Band 35 Heft 2
OMM... T.
NTOMOLOGY LIBRARY
27 OCT 1953
ERIAL Eu 270
EPARATE

Band 35, Heft 2 Oktober 1953

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Begründet von K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER
Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 33 Abbildungen

1953
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 35 **Heft 2** *S. 133—248 Bln. 1953*

Inhalt

Originalaufsätze

Prof. Dr. K. Friederichs zum 75. Geburtstag. Von P. Steiner 133

Biologische Gleichgewichtsstörungen im Boden und ihre Folgen. Von Bruno Schaerffenberg. Mit 4 Abbildungen 136

Vorschlag zur Verbesserung des pflanzenschutzlichen Meldewesens. Von Erasmus Gersdorf, Hannover. Mit 4 Abbildungen 146

Cerambyciden-Fraßbild von bemerkenswerter Form. Von Günther Becker. Mit 6 Abbildungen 158

Buprestidae (Col.) an *Pinus*-Arten in Guatemala. Von F. Schwerdtfeger, Göttingen. Mit 3 Abbildungen 164

Vergleichende Betrachtungen über den Massenwechsel der Kiefernbuschhornblattwespen. Von Walter Thalenhorst. Mit 1 Abbildung 168

Der Verlust einzelner Gliedmaßen in seiner Wirkung auf das Leben der Stabheuschrecken. Von Hans-Alfred Kirchner 183

Die Zwiebellaus, *Rhopalomyzus ascalonicus* (Doncaster), Vorkommen in Deutschland und Lebensweise. Von Fritz P. Müller 187

Rote Spinne und Witterung. Von R. Roesler 197

Untersuchungen über *Ips typographus* L. und seine Umwelt. Von Heinrich E. Wichmann, Hebertshausen. Mit 1 Abbildung 201

Die Lärchengespinstblattwespe *Cephaleia alpina* Klug. Von E. Röhrig, Hann.-Münden. Mit 12 Abbildungen 207

Verschiedenes

Prof. Dr. Heinrich Prell zum 65. Geburtstag. Von H. Francke-Grosmann 246

Schriftleitung: Professor Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen und Tabellen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Das Honorar beträgt je Bogen 40,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft hat einen Umfang von 7 bis 8 Druckbogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 23,60 DM **Einzelpreis 24,80 DM**

Prof. Dr. K. FRIEDERICHS

zum 75. Geburtstag

Am 13. Oktober begeht K. FRIEDERICHS, Professor der landwirtschaftlichen Zoologie, Regierungs- und Ökonomierat a. D., seinen 75. Geburtstag.

KARL FRIEDERICHS wurde 1878 in Wismar geboren. In seiner an Naturschönheiten so reichen mecklenburgischen Heimat entwickelte sich schon in früher Jugend seine Liebe für die lebende Natur, und so wandte er sich nach anfänglichem Studium der Rechte und nach Ablegung der 1. juristischen Staatsprüfung im Jahre 1900 dem Studium der Naturwissenschaften zu. Dazu ermutigte ihn besonders sein späterer Freund und Lehrer K. ESCHERICH, der 1901 in Rostock junger Privatdozent war und dem er anschließend nach Straßburg folgte. 1905 promovierte FRIEDERICHS in Rostock mit einer Dissertation „Untersuchungen über die Entstehung der Keimblätter und die Bildung des Mitteldarmes bei Käfern", die von der Fakultät preisgekrönt wurde. Schon vorher legte er während eines längeren Studienaufenthaltes an der südfranzösischen Küste das Fundament für seine später mit großer Ausdauer fortgesetzten Forschungen über die damals noch wenig bekannten Spinnfüßler *(Embioptera)*.

Nach kurzer Tätigkeit an der Biologischen Reichsanstalt und an der Universität Tübingen wurde er Assistent an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Dort führte er Untersuchungen über die Kaninchenplage in Mecklenburg durch und blieb von nun an der angewandten Zoologie auch weiterhin treu. Im Dienst des Brandenburgischen Fischereivereins (1908—1911) veröffentlichte er zahlreiche fischerei-biologische Arbeiten. Aber eine seinen Fähigkeiten und vielseitigen Neigungen, die sich in der beruflichen Enge der Heimat nicht recht entwickeln konnten, entsprechende Tätigkeit fand er erst, als er 1912 als Biologe im staatlichen Kolonialdienst nach Samoa ging. Dort gelang es ihm, den Nashornkäfer, der den Kokospalmenanbau ernstlich bedrohte, nach kurzer Zeit durch künstliche Vermehrung einer Pilzkrankheit des Schädlings unter Kontrolle zu bekommen. FRIEDERICHS lieferte damit als einer der ersten einen wichtigen positiven Beitrag zur biologischen Schädlingsbekämpfung. Die Fortsetzung seiner kolonialen Tätigkeit verhinderte der Ausbruch des 1. Weltkrieges, und so kehrte er 1918 nach sechsjähriger Abwesenheit wieder nach Rostock zurück. Dort habilitierte er sich und veröffentlichte grundlegende Untersuchungen über Ölfruchtschädlinge und Kriebelmücken. In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Verdienste wurde er vorzeitig zum apl. Professor der Zoologie in Rostock ernannt.

Die verworrenen Verhältnisse in Deutschland nach dem 1. Weltkrieg waren jedoch wenig geeignet, das wissenschaftliche Streben eines Forschers zu befriedigen, der die Freiheit und Möglichkeiten im Kolonialdienst schätzen gelernt hatte. So folgte FRIEDERICHS nochmals auf 3 Jahre dem Ruf in die Ferne. Begleitet von seiner Gattin, die ihm während seines Aufenthaltes in den Tropen auch bei der Arbeit eine tüchtige Gehilfin war, begab er sich nach Java, um im holländischen Dienst sich der Bekämpfung des Kaffeebeerenkäfers, der dort eine ernste Gefahr für den Kaffeeanbau darstellte, anzunehmen und damit aufs neue zum Kampf gegen einen eingeschleppten, katastrophal auftretenden Schädling erfolgreich beizutragen.

Wieder nach Deutschland zurückgekehrt, gründete FRIEDERICHS mit Unterstützung des ehemaligen Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft an der Universität Rostock das Entomologische Seminar, ein bis dahin in Europa einzig dastehendes Institut, das der Ausbildung des entomologischen Nachwuchses diente und wegen seiner Einmaligkeit weithin bekannt wurde.

In dieser Zeit, von 1926—1940, bearbeitete FRIEDERICHS mit seinen zwar nicht sehr zahlreichen, aber mit Liebe und Begeisterung ihren Lehrer verehrenden Schülern zumeist ökologisch-forstzoologische Fragen, wobei die Ökologie der dominierende Teil war. Im Gegensatz zu der vorherrschenden analytischen Naturbetrachtung, die in der Natur in erster Linie das Einzelwesen sieht, steht FRIEDERICHS' ökologische Naturauffassung, die die „Einheit der Natur" und die innere Abhängigkeit ihrer Erscheinungen zum Gegenstand seines Denkens und Forschens gemacht hat. Sie fand ihren Niederschlag in seinem 1930 erschienenen zweibändigen Hauptwerk über „Die Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwissenschaftlichen Zoologie". Dieses für die angewandte Zoologie einmalige Werk, das als Lehrbuch der terrestrischen Ökologie gelten kann, fand gleicherweise im In- und Ausland gebührende Beachtung. Ein später folgendes kleineres Werk „Ökologie als Wissen-

schaft von der Natur" ist aus der tiefschürfenden philosophisch-naturwissenschaftlichen Einstellung Friederichs' zu verstehen.

Sein Bestreben, der angewandten Entomologie ein ökologisches Fundament zu geben, trug viel zur allgemeinen Anerkennung unserer Wissenschaft bei. In Würdigung der besonderen persönlichen Note seiner Arbeit erging 1928 aus den Vereinigten Staaten an ihn die ehrenvolle Einladung, an der Universität von Minnesota Gastvorlesungen über sein Arbeitsgebiet zu halten, eine Einladung, der er gern folgte.

Im Jahre 1940 wurde Friederichs als Ordinarius für Zoologie an die landwirtschaftliche Fakultät der kurzlebigen Reichsuniversität Posen berufen. Nur ungern und durch persönliche Gründe gezwungen, unterbrach er seine ausgedehnten Arbeiten in den mecklenburgischen Forsten, die auf die Erhaltung des Naturwaldes ausgerichtet waren und deren Ergebnisse weitgehende Beachtung fanden. In diese Posener Zeit fallen zahlreiche Veröffentlichungen über allgemeine biologische Themen.

Mit dem großen Flüchtlingsstrom kehrte auch Friederichs kurz vor Beendigung des unheilvollen Krieges wieder nach Hause zurück, seine wertvollen Sammlungen, Bibliothek und sonstigen Besitz im Osten zurücklassend. — Auch in der Familie forderte der Krieg unerbittlichen Tribut, seine beiden blühenden Söhne kehrten nicht wieder. — Diese schweren Schicksalsschläge haben Friederichs zwar hart getroffen, aber sie haben ihn nicht zerbrechen können. So arbeitete er seit Jahren an seinem neuen Wohnort Göttingen wieder an umfassenden Werken, die einer ökologischen Deutung des Naturgeschehens gewidmet sind.

Außer den genannten größeren Werken sind weit über 100 zoologisch-entomologische Veröffentlichungen aus Friederichs Feder entstanden. So blieben ihm ehrende Anerkennungen nicht versagt:

1927 auswärtiges Mitglied der Russischen entomologischen Gesellschaft und
Beirat des Internationalen Landwirtschaftlichen Instituts in Rom,
1929 Ehrenmitglied der American Association of Economic Entomologists
1935 Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle
1952 Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie.

Seine Schüler, die mit ihm zusammen arbeiten durften, und Freunde, die gleiches fachliches Interesse verbindet, gedenken ihres Lehrers und Freundes K. Friederichs an seinem 75. Geburtstage besonders herzlich und wünschen ihm auch fernerhin einen gesunden und sorgenfreien Lebensabend, der es ihm gestattet, weiter regen Anteil am wissenschaftlichen Geschehen unseres Faches zu nehmen und seine noch im Werden befindlichen Werke zu vollenden.

P. Steiner, Braunschweig

Meinem Lehrer, Prof. Dr. Karl Friederichs, zum 75. Geburtstag gewidmet

Biologische Gleichgewichtsstörungen im Boden und ihre Folgen

Von

Bruno Schaerffenberg

Mit 4 Abbildungen

A. Allgemeines

Ackerböden sind bedeutend ärmer an Organismen als Wiesenböden. Nicht nur die Zahl der Tierarten ist eine geringere, sondern auch in der Gesamtmenge bleibt ihre Fauna bei gleicher Bodenbeschaffenheit weit hinter der des Wiesenbodens zurück. Ackerböden sind verarmte Wiesenböden (Kühnelt 1950). Vor allem sind hier bestimmte Humusbildner stark reduziert oder fehlen ganz, wobei es sich außer Bakterien besonders um Enchytraeiden, viele Nematoden, ferner Moosmilben (Oribatiden) und Collembolen handelt. Die folgende Zusammenstellung, in der die von Franz (1942) ermittelte Individuenmenge (von Nematoden, Milben und Collembolen) einer Wiese und eines benachbarten Ackers, mit annähernd gleichartigem Boden, in Vergleich gesetzt sind, gibt hiervon ein anschauliches Bild (Tabelle 1).

Tabelle 1
Anzahl der Nematoden, Milben und Collembolen einer Wiese (W) und eines Kartoffelackers (K) im Vergleich. (je 4 Quadrate, N = Nutzungsform)

N	Nematoden	Milben	Collembolen
W			
1	3 804 000	18 000	5 500
2	4 600 000	17 000	5 100
3	3 163 000	18 000	2 900
4	1 176 000	23 000	5 700
K			
1	2 340 000	7 900	6 700
2	2 680 000	8 500	4 500
3	1 440 000	6 600	1 900
4	1 462 000	6 300	2 400

Das Zurücktreten vieler Humusbildner im Acker ist nicht nur eine Folge der Bodenbearbeitung, sondern muß in erster Linie auf den Mangel an pflanzlichen Abfallstoffen zurückgeführt werden. Dieser liegt darin begründet, daß die angebauten Kulturpflanzen im Gegensatz zur Wiese fast restlos vom Acker entfernt werden. Nur ein geringer Teil (Stoppeln, Strünke), der in manchen Fällen aber auch noch mitverwendet wird (Rübenbau), wird dem Boden als Bestandesabfall wieder zugeführt. Es kann daher nicht ausbleiben, daß hier diejenigen Bodenbewohner, die sich von pflanzlichen Abfallstoffen ernähren und diese dabei in Richtung auf Humus verarbeiten, zurückgedrängt werden. Damit wird aber auch allen den Organismen die Lebensgrundlage eingeengt, die sich als Räuber von saprophagen und phytophagen Boden-

organismen ernähren, bzw. Humusstoffe und Feuchtigkeit zu ihrem Gedeihen brauchen. Von der ersten Gruppe kommen hier vor allem räuberische Milben und räuberische Nematoden, von der zweiten nematodenfangende und insektentötende Pilze, sowie Enchytraeiden in Betracht (SMITH und BATISTA 1944, SCHAERFFENBERG 1941, 1950 und 1952, SCHAERFFENBERG und TENDL 1951). Andere Bodenorganismen, wie beispielsweise die Elateridenlarven (Drahtwürmer) halten sich im Ackerboden aus Humus- und Feuchtigkeitsmangel vorwiegend an lebende Pflanzen (SCHAERFFENBERG 1942 und 1943), während sie sich im humusreichen Wiesenboden großteils von Humusstoffen ernähren.

Von der mechanischen Bodenbearbeitung, die tief in das Leben der Bodentiere eingreift, werden direkt die größeren Bodentiere, wie Käfer, Ameisen, Myriapoden und Regenwürmer am meisten betroffen, vor allem die letzteren werden von den verschiedenen Ackergeräten oft bis zur Unkenntlichkeit zerstückelt. Nach den Untersuchungen von KRÜGER (1952) wirkt sich in dieser Hinsicht am nachteiligsten die Fräse, besonders mit dem ersten Gang, aus. Nicht viel geringer sind die Zerstörungen durch den Tillmaster, während der schädliche Einfluß der wendenden Pflüge geringer ist. Trotzdem leiden die Regenwürmer unter der Bodenbearbeitung weniger wie andere Tiere, weil sie vor dem wendenden Gerät in die Tiefe ausweichen können. Dies gilt besonders für die größeren Arten, die selbst beim Tiefpflügen nicht immer erfaßt werden. Von Myriopoden leiden am meisten die Polydesmiden, auf die Fräse und Tillmaster ebenfalls eine stark reduzierende Wirkung haben (Tabelle 2). Für Käfer- und Fliegenlarven konnte KRÜGER keine unmittelbar vermindernde Wirkung des Pflügens nachweisen, was darauf zurückgeführt wird, daß die zahlreichen einjährigen Formen erst nach der Bodenbearbeitung im Frühjahr als Ei an die Pflanze oder in den Boden gelegt werden (KRÜGER 1952). Durch die Herbstbearbeitung werden aber auch diese merklich reduziert, vor allem die größeren Formen, wie Scarabaeiden, Elateriden-, Canthariden- und Carabidenlarven. Dies weiß jeder Praktiker aus eigener Erfahrung.

Hingegen werden die kleineren Tierformen, wie Milben, Collembolen usw. durch den Angriff der Bodenwerkzeuge unmittelbar kaum geschädigt, um so mehr aber indirekt durch die Zerstörung des Bodenprofils beim Pflügen und den damit verbundenen Zusammensturz der größeren Bodenhohlräume, in denen sich diese Organismen bewegen und aufhalten. Nach den Untersuchungen von KRÜGER (1952) hatten neben den Collembolen die Enchytraeiden am meisten unter der Bodenbearbeitung zu leiden (Tabelle 2). Das Porenvolumen des Ackerbodens wird aber nicht nur durch die mechanische Bodenbearbeitung, son-

Tabelle 2. Besatzdichte der häufigsten Bodentiere vor und nach der Bodenbearbeitung. (Kartoffelacker lehm. Sand bis sand. Lehm) (nach Krüger)

Tiergruppen	Frühjahr		Herbst	
	Vorher 6. 4.	Nachher 29. 4.	Vorher 15. 9.	Nachher 31. 10.
Regenwürmer	218	182	95	15
Enchytraeiden	210	42	256	53
Diplopoden	117	133	508	293
Chilopoden	130	129	208	64
Milben	18 300	21 051	56 775	30 426
Collembolen	11 721	11 553	15 076	3 686
Käferlarven	92	71	101	75
Fliegenlarven	46	111	100	94

dern auch durch seine — im Vergleich zum Wiesenboden — geringere Durchwurzelung vermindert. Auf jeden Fall muß die Verminderung des Porenvolumens als bedeutender limitierender Faktor gewertet werden (KÜHNELT 1950).

Die geschilderten Verhältnisse beziehen sich allerdings nur auf den sogenannten gesunden Ackerboden, der eine lockere Krume und eine relativ beständige Krümeldecke besitzt. Dennoch sind — wie wir sahen — die natürlichen Widerstandskräfte gegen Übervermehrungen auch hier bereits erheblich geschwächt. Gesunde Böden trifft man aber im wesentlichen nur noch in klein- und mittelbäuerlichen Betrieben, insbesondere in Gebirgslagen an, weil hier noch die natürliche Düngung mit Stalldung überwiegt und infolge eines geregelten Fruchtwechsels, sowie einer weniger intensiven Unkrautvertilgung die Versorgung des Bodens mit organischen Abfallstoffen nie ins Stocken gerät. Die durchwegs flache Unterbringung des organischen Materials — Tiefpflügen ist in solchen Betrieben meist nicht üblich — bewirkt ferner, daß die in den obersten Schichten angereicherten Bodenorganismen dieses besser angreifen und verarbeiten können. Der Humus kann daher in diesen Böden nie völlig in Verlust geraten. Dadurch ist aber nicht nur ein entsprechender Kolloidgehalt zur Bildung von Primäraggregaten garantiert, sondern auch eine verhältnismäßig rege Bakterientätigkeit, die für die Lebendverbauung der letzteren zu beständigen Bodenkrümeln (Sekundäraggregaten) unerläßlich ist. Unter Lebendverbauung ist hier der Zusammenhalt der Primäraggregate durch Organismenkolonien zu verstehen (siehe SEKERA 1951).

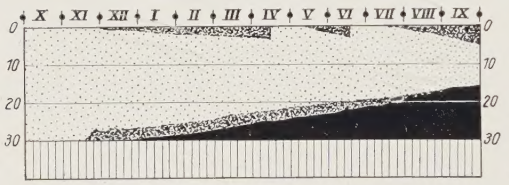


Abb. 1. Schematische Darstellung der Krumeverdichtung im Jahresablauf auf schwerem Rübenboden. Ordinate = Krumentiefe in cm. Abszisse = Zeit in Monaten. Fein punktiert = Krümelstruktur. Grob punktiert bis schwarz = fortschreitende Verdichtung (nach Sekera verändert)

Im Gegensatz zu den im allgemeinen gesunden Böden der klein- und mittelbäuerlichen Betriebe sind die meisten Böden der Intensivbetriebe infolge überwiegender Kunstdüngung, einseitiger Monokultur und zu tiefer Unterbringung des geringen Bestandesabfalles gänzlich humusverarmt. Sie sind deshalb entweder zu leicht (Sandböden) oder zu schwer (Ton, Lehm). Das wirkt sich am ungünstigsten bei den letzteren aus. Die krasse Verminderung des Bakterienflors hat hier die Lebendverbauung der infolge geringen Kolloidgehaltes bereits recht unbeständigen Primäraggregate zu dauerhaften Krümeln derart eingeschränkt, daß die mühsam erzeugte Bodengare bald wieder schwindet und einer zunehmenden Verdichtung der Krume Platz macht, die einen hermetisch abschließenden Sperrgürtel zwischen Unter- und Obergrund legt (Abb. 1). Diese Böden trocknen daher im Sommer zu stark aus, wohingegen sie während der feuchten Jahreszeit zu naß sind. Ihre Wasserführung ist gestört, ihr Porenvolumen aufs äußerste reduziert. Es ist klar, daß unter diesen Umständen die Biozönose gänzlich verarmen muß und somit die natürlichen Widerstandskräfte des Bodens gegen bestimmte Kulturverderber praktisch lahmgelegt werden.

B. Nematodenplagen

Dies trifft besonders für diejenigen Böden zu, die Jahr für Jahr Zuckerrüben tragen (Monokultur). In diesem Falle werden dem Boden überhaupt keine Ernterückstände mehr zugeführt, da ja die gesamte Pflanze (Rübe und Blätter) bei der Ernte vom Felde entfernt wird. Hinzukommt, daß in den meist viehärmen Zuckerrübenwirtschaften die Kunstdüngung den Stallmist fast verdrängt hat. Dieses nahezu gänzliche Versiegen der Humusquellen des Bodens hat zwangsläufig den Zusammenbruch der Krume zur Folge, der auch durch die intensivsten Bearbeitungsmaßnahmen nicht mehr aufgehalten werden kann (Abb. 1). Im Sommer ist solch ein Boden rissig und hart wie ein Scheuerntenn. Das Bodenleben ist fast erstorben. Insbesondere den kleinen Formen, wie Milben, freilebenden Nematoden, Collembolen, Enchytraeiden ist die Lebensgrundlage ganz entzogen. Allein die verschiedenen Schädlinge der Zuckerrübe finden hier günstige Lebensbedingungen. Durch Nahrungsüberfluß und Mangel an Feinden wird ihre Vermehrung derart gefördert, daß es in der Regel zu Massenauftreten kommt. Vor allem haben solche Böden fast regelmäßig unter starkem Befall der Rübennematoden zu leiden. Die sogenannte Rübenmüdigkeit ist sozusagen zur Dauerplage der Zuckerrübenplantage geworden. Stellenweise trat sie bekanntlich derart verheerend auf, daß sie den Zuckerrübenbau zum Erliegen zu bringen drohte, wie zeitweise in Böhmen und Sachsen. Auch die Zuckerrübenwirtschaften in den westlichen Staaten der USA haben mitunter sehr unter dieser Seuche zu leiden.

Die Bekämpfung des Rübennematoden ist recht schwierig, zumal die Jungälchen jahrelang in den abgestorbenen Weibchen (Cysten) ruhen können. Es dauert gewöhnlich 8 bis 10 Jahre, bis sämtliche Cysten einer Generation vollständig entleert sind. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir beim Hafer- und Kartoffelnematoden. Unter diesen Umständen bleibt nichts anderes übrig, als den Rübenanbau für mindestens 5 Jahre — wenn nicht länger — auszusetzen. Statt dessen sind solche Kulturen anzubauen, die von den Nemotoden nicht befallen werden. Dabei kann es sich entweder um sogenannte Feindpflanzen handeln (z. B. Luzerne, Mais, Lein), deren Wurzelsekrete die Nematoden aus den Cysten herauslocken, ohne daß diese aber in ihre Wurzeln einzudringen vermögen, oder aber um Neutralpflanzen (z. B. Kartoffeln, Roggen), die befallsfrei bleiben, jedoch keine für die Jungtiere attraktiven Substanzen absondern. Ausgezeichnet hat sich die Gründüngung nematodenverseuchter Flächen mit Leguminosen bewährt. Insbesondere Steinklee und Bohnen-Wicken-Gemenge wirken in hohem Maße befallsvermindernd, und zwar nicht nur im frischen, sondern auch im verrotteten Zustande (Nebel 1926, Rademacher 1932 und 1934). Das ist verständlich; denn die Humusanreicherung muß ja zwangsläufig zu einer Belebung der Biozönose des Bodens und damit zur Stärkung seiner natürlichen Widerstandskräfte führen. Trotzdem hat man sich lange Zeit die Befallsreduktion durch zersetztes Pflanzenmaterial nicht erklären können. Während des letzten Krieges aber haben amerikanische Forscher den Nachweis erbringen können, daß in den zerfallenen Pflanzenmassen viele natürliche Feinde der parasitischen Nematoden wieder Fuß fassen, was zur Folge hat, daß sich der gestörte Gleichgewichtszustand der Bodenbiozönose allmählich wieder auszubalanzieren beginnt (Smith und Batista 1944).

Als Antagonisten pflanzenparasitischer Nematoden kommen u. a. räuberische Milben, räuberische Nematoden, sowie nematodenfangende und parasitische Pilze in Betracht. Die räuberischen Nematoden sind im allgemeinen nicht sehr zahlreich. Am häufigsten finden sie sich in humösen Böden mit hohem Porenvolumen. Gekennzeichnet sind sie vor allem durch eine außerordentlich weite Mundöffnung, meist drei Paar Schlundzähne, sowie gut entwickelte Sinnesorgane an den Lippen und den langen Kopfanhängen. Die bekanntesten, in fast allen Böden vorkommenden Formen gehören den Gattungen *Monhystera, Mononchus, Tripyla, Trilobus, Ironus* und *Choanolaimus* an (OVERGAARD-NIELSEN 1949). Als Beutetiere kommen außer anderen Nematoden, Enchytraeiden, Tardigraden, Rotatorien, Rhizopoden und Diatomeen in Betracht. Die Anzahl der aufgenommenen Beutetiere ist in manchen Fällen sehr beträchtlich. So konnten STEINER und HEINLY (1922) beobachten, wie *Mononchus papillatus* in einem Tage 83 Larven von *H. marioni* verzehrte. Innerhalb von 12 Wochen wurden von einem solchen Nematoden nicht weniger als 1322 Stück bewältigt. Auf Grund dieser Beobachtungen halten die genannten Forscher eine biologische Bekämpfung des Wurzelälchens mit Hilfe von *Mononchus papillatus* für aussichtsreich.

Viel zahlreicher als die räuberischen Nematoden sind die räuberischen Milben des Bodens. Ganze Familien sind hier zur carnivoren Lebensweise übergegangen, wie die Cheylediden, Eupodiden, Bdelliden und Caeculiden. Die ersteren stellen vor allem anderen Milben nach, während die Eupodiden und die durch weit vorstehende Cheliceren mit winziger Schere gekennzeichneten Bdelliden auf alle möglichen Kleintiere Jagd machen (KÜHNELT 1950). Über die spezielle Nahrung der Caeculiden, deren häufigster Vertreter *Caeculis echinipes* an den Beinen lange Stacheln trägt, ist bis jetzt nichts bekannt geworden. Räuberische Milben finden sich ferner unter den Gamasinen und Uropodinen. Bei den erstgenannten, die durch zylindrische, weit voneinander entfernt stehende Hüften des ersten Beinpaares gekennzeichnet sind, herrschen die carnivoren Formen vor. An erster Stelle sind die *Parasitus- und Macrocheles*-Arten zu nennen, die sich von Nematoden, Enchytraeiden und kleinen Insektenlarven ernähren (KÜHNELT 1950). Die *Macrocheles*-Arten nehmen außerdem auch verwesende Kleintiere auf. Unter den Uropodinen ernähren sich nach SCHINDLER vor allem die *Prodinychus*-Arten vorwiegend von tierischen Stoffen. Lebende Tiere werden allerdings nur dann angenommen, wenn sie sich nur wenig bewegen.

Die nematodenfangenden Pilze haben eigentlich erst durch die Arbeiten von LINDFORD und YAP (1939), sowie die von DESCHIENS (1941) größeres Interesse erlangt. Viele von ihnen sind allerdings schon lange als Nematodenfeinde bekannt. Als einer der ersten hat ZOPF (1888) gewisse Pilzarten des Bodens, so z. B. *Arthrobotrys oligospora* beim Nematodenfang beobachtet. Diese bleiben an den gekrümmten und verschlungenen Hyphen des Pilzes hängen und werden dann regelrecht von demselben verdaut. Dies geht in der Weise vor sich, daß der Pilz unter Auflösung der Cuticula einen Zellschlauch in das Innere des Nematoden treibt, um dessen innere Organe mit Hilfe einer ausgeschiedenen Verdauungsflüssigkeit aufzulösen und zu resorbieren. In der gleichen Art wie *Arthrobotrys* erledigen viele tierfangende Pilze ihre Beutetiere, insbesondere auch die *Dactylella*-Arten. Andere wieder, wie *Harposporium anguillula, Protascus subuliformis* und

die monosporaartigen Hefepilze bohren sich mit Hilfe spitzer Sporen in die Haut der Beutetiere ein und bilden im Inneren ein Myzel.

Als Feinde von pflanzenparasitischen Nematoden kommen vor allem die *Dactylella*-Arten in Betracht. So konnte nach LINDFORD (1939) durch *Dactylella ellipsospora* eine beachtliche befallsvermindernde Wirkung bei nematodenkranken Erdbeerpflanzen erzielt werden. Auch *Dactylaria caudida* und *D. thaumasia*, sowie *Arthrobotrys oligospora* und *A. musiformis* brachten fühlbare Entlastung, wenn auch der Erfolg hier im ganzen geringer war. Auch die Larven des Wurzelälchens *(H. marioni)* fangen sich nach den Beobachtungen DESCHIENS (1941) in großer Zahl in den Hyphen tierfangender Pilze. Dieser Autor vergrub in Seidengewebe gelegte Stücke einer Agarkultur von *Dactylella bembicodes* in feuchten, von *H. marioni* schwer verseuchten Boden und fand nach 15 Tagen je mm² Gewebe vier bis fünf gefangene Larven des Wurzelälchens. Die ausgebreiteten Hyphen des Pilzes hatten in dieser Zeit einen Radius von 1,5 bis 2 cm. Im Petrischalenversuch (100 Larven von *H. marioni* und zwei je 1 cm² große Stücke einer Pilzkultur) fing der gleiche Pilz innerhalb von 10 Tagen 90 Larven von *H. marioni* in seinen Hyphen, wohingegen *Arthrobotrys oligospora* und *Dactylella ellipsospora* 15 bzw. 20 Tage hierfür benötigen.

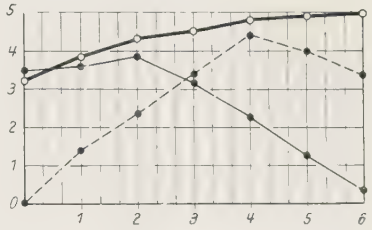


Abb. 2. Vorbeugungsversuch durch Zusatz von Enchytraeiden und Humus zum nematodenverseuchten Boden beim Aussetzen der Rübenpflanzen. o o o -o = Krankheitsverlauf der Rübenpflanzen. (0 = abgestorben, 1 — 2 = schwerkrank, 3 — 4 = mäßig krank, 5 = gesund). Abszisse = Zeit in Wochen. ——— = Vermehrungskurve der Nematoden, - - - - - - - - - = Vermehrungskurve der Enchytraeiden (0 = 0 — 20, 1 — 2 = 20 — 100, 2 — 3 = 100 — 180, 3 — 4 = 180 — 250, 4 — 5 = über 250)

Zu den Gegenspielern pflanzenparasitischer Nematoden gehören auch die bodenbewohnenden Enchytraeiden. Als erster hat dies der Schweizer Forscher JEGEN (1920) erkannt, der bereits vor mehr als 30 Jahren nematodenkranke Erdbeerpflanzen durch Zusatz von Enchytraeiden geheilt hat. Wir haben diese Versuche in den letzten Jahren auch auf Rübennematoden ausgedehnt und dabei gefunden, daß bei Anwesenheit von Enchytraeiden trotz starker Nematodenverseuchung kein merklicher Befall der Zuckerrüben aufkommen konnte (Abb. 2). Aber auch bereits schwer erkrankte Pflanzen waren durch Enchytraeidenzusatz zu heilen, sofern die Metamorphose der Nematoden noch nicht abgeschlossen war (SCHAERFFENBERG 1950, SCHAERFFENBERG und TENDL 1952) (Abb. 3).

Aus diesen Versuchen und Beobachtungen geht eindeutig hervor, daß alle diese kleinen Nematodenfeinde in ihrer Bedeutung für das biologische Gleichgewicht nicht unterschätzt werden dürfen. Früher hat man ihnen freilich nur wenig oder gar keine Beachtung geschenkt. Es ist daher zu verstehen, daß man sie mit der Humusanreicherung und dem Humusgehalt des Bodens nicht in Zusammenhang gebracht hat. Auf diese Beziehungen haben zu-

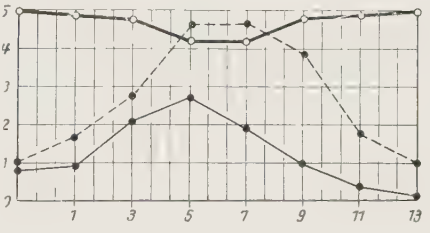


Abb. 3. Heilungsversuch an Zuckerrübenpflanzen durch Zusatz von Enchytraeiden nach dem Auftreten der Krankheitssymptome bei nicht beendeter Nematodenmetamorphose. Zeichenerklärung wie bei Abb. 2

erst SMITH und BATISTA (1944) aufmerksam gemacht. Diese Forscher konnten durch intensive Gründüngung nematodenverseuchter Flächen mit Süßklee eine Abnahme der Rübennematodenbevölkerung um 72 bis 92 % erzielen. Auch gegen *H. marioni* ließ sich auf diese Weise eine befallsvermindernde Wirkung erreichen, die vor allem in einer merklichen Abnahme der Wurzelgallen nach Zersetzung des eingepflügten Materials zum Ausdruck kam. Gleichzeitig wurde eine starke Anreicherung des Bodens mit natürlichen Gegenspielern der Nematoden festgestellt. Zu diesen gehören natürlich auch die bodenbewohnenden Enchytraeiden (SCHAERFFENBERG 1950, SCHAERFFENBERG und TENDL 1952).

Jeder, der den Zusammenhang, welcher zwischen Bodenleben, Bodenstruktur und Pflanze besteht, noch nicht aus den Augen verloren hat, wird sich über die Bereicherung der Bodenfauna durch Humuszufuhr kaum wundern. Allerdings geht auch in unserer Wissenschaft infolge überspitzten Spezialistentums die Verbindung zu den Nachbargebieten häufig verloren. Sie kann nur mit Hilfe ganzheitlicher Betrachtung (Ganzheitsforschung) erhalten bzw. wiedergewonnen werden; d. h. durch Heranziehung aller mit dem betr. Problem in Zusammenhang stehenden Disziplinen, in diesem Falle von Bodenkunde, Kolloidchemie, Pflanzenbaulehre und Biologie. Dann wird es klar, daß der verdichtete, schwere, humuslose Boden praktisch tot sein muß, weil ihm alle Voraussetzungen für ein reiches Bodenleben fehlen. Günstige Bedingungen finden hier nur die Rübenfeinde. Der Umschwung beginnt bereits mit dem Anbau der Gründüngungspflanzen, deren tiefgreifende Wurzeln die verdichtete Krume aufmürben (SEKERA 1951). Sie sprengen den Ring, der sich zwischen Ober- und Untergrund gelegt hat, so daß der nachfolgende Pflug ihn leicht aufbrechen und zerkleinern kann. Der Humus, der aus den Gründüngungsmassen entsteht, reichert den Boden mit Kolloiden und Bakterien an und garantiert so sowohl die Bildung von Primäraggregaten als auch deren Lebendverbauung zu stabilen Krümeln (Sekundäraggregaten). Damit ist aus dem kranken wieder ein gesunder Boden geworden. An Stelle des verdichteten, toten Materials tritt die lockere Krume mit dauerhafter Krümeldecke. Ihr hoher Gehalt an organischer Substanz, sowie ihr großes Porenvolumen sind neben einer geregelten Wasserführung die wichtigsten Voraussetzungen für die Wiederbelebung des Bodens und damit auch für die Wiedererstarkung seiner natürlichen Widerstandskräfte.

C. Engerlingsplagen

Während Rüben- und Hafernematode in erster Linie die schweren, verdichteten Böden verseuchen, nimmt die Engerlingsplage besonders in leichteren, trockneren Lagen oft verheerende Ausmaße an. Das ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, daß dort seinen bedeutsamsten Gegenspielern, nämlich den entomophagen Pilzen und Bakterien die Lebensgrundlage entzogen ist. Vor allem gebricht es ihnen in diesen Böden an Humus und Feuchtigkeit, die sie — wie alle Pilze — zu ihrem Gedeihen brauchen. Sie haben daher dem Maikäfer zwar auf die Kulturflächen zu folgen vermocht, sind aber mit fortschreitender Humusverarmung und Austrocknung immer mehr zurückgedrängt worden, so daß sie hier als natürliche Widerstandskräfte der Maikäfervermehrung kaum noch ins Gewicht fallen. Es nimmt daher nicht Wunder, daß es auf engerlingsverseuchten, sandigen Böden nur

in ausgesprochen feuchten Jahren zu ausgedehnten Mykosen und Bakteriosen kommt.

Sehr aufschlußreich sind in diesem Zusammenhang die klassischen Untersuchungen von FEDDERSEN (1894) über das Vorkommen des pilzlichen Maikäferparasiten *Beauveria densa* in verschiedenen Kiefernwaldböden. Sie lassen keinen Zweifel darüber, daß dieser Pilz nur in den feuchten Kiefernwaldböden der besseren Bodenklassen gedeihen kann. Dort war *B. densa* die Hauptursache des spärlichen Engerlingsvorkommens und dort allein konnten wirksame Impfungen mit Konnidien dieses Pilzes erzielt werden. FEDDERSEN ist deshalb mit recht der Meinung, daß eine künstliche Pilzinfektion nur auf besseren, kolloidreichen Böden Erfolg haben kann. Die Mißerfolge der in den neunziger Jahren vor allem in Deutschland und Frankreich durchgeführten Bekämpfungsversuche (DUFOUR 1892, FRANK 1893) müssen daher in erster Linie auf mangelnde Bodenfeuchtigkeit der leichten Sandböden zurückgeführt werden. Ihre Anreicherung mit Humus muß sich also gerade für die entomophagen Pilze besonders günstig auswirken, die infolge Steigerung der wasserfassenden und wasserhaltenden Kräfte wieder Fuß fassen und sich im Boden ausbreiten können. Für *B. densa* konnte dies experimentell nachgewiesen werden. In humusreichen Böden kam es nämlich nicht nur im feuchten Infektionsjahr 1948, sondern auch in den darauf folgenden beiden, weniger feuchten Jahren 1950 und 1951 zu ausgedehnten Mykosen, denen 85—90 % der dort eingesetzten Maikäferlarven zum Opfer fielen. Im reinen Sandboden dagegen trat der Pilz nur im ersten Jahr ausgesprochen epidemisch auf, während dort im übrigen nur 19 % der Engerlinge von der Seuche ergriffen wurden (SCHAERFFENBERG 1941 und 1952) (Abb. 3).

Wenn aber der Pilz sich im humusreichen Boden für dauernd halten kann, so muß sich seine Wiederansiedlung überall dort, wo er der Ungunst der Außenbedingungen weichen mußte, durch Humusanreicherung des Bodens möglich machen lassen. Es müßte somit in den trockenen, sandigen Lagen durch eine geregelte Humifizierung mit Hilfe von Stalldünger und Gründüngung mit nachfolgender Infektion durch Sporenaufschwemmung des Pilzes eine biologische Bekämpfung des Maikäfers mit dem Ziele einer Dauerregelung zu erreichen sein. Es wäre aber auch bereits viel gewonnen, wenn auf diese Weise die Voraussetzungen für eine laufende biologische Bekämpfung geschaffen werden könnten, auch mit anderen pilzlichen Antagonisten von Bodenschädlingen, wie z. B. *Metarrhizium anisopliae*, einem sehr polyphagen Pilz, der im Erdboden außer Engerlingen hauptsächlich Erdraupen, Drahtwürmer und Rüsselkäferlarven befällt. Dänischen Forschern (NOTINI und MATHLEIN 1944) ist es geglückt,

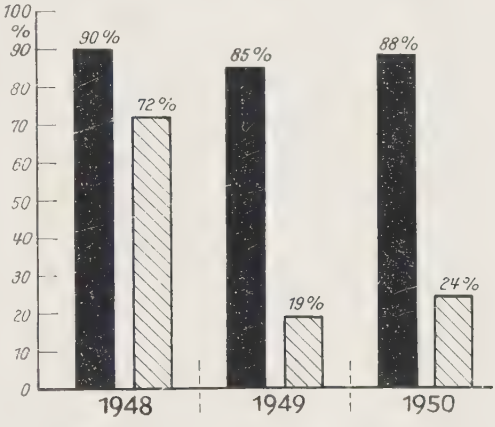


Abb. 4. Verpilzte Engerlinge in Gartenerde (schwarz) und Sand (schraffiert) in drei aufeinanderfolgenden Jahren. Ordinate = Anzahl der vorgefundenen Pilzmumien in %

25 Insektenarten mit Hilfe dieses Pilzes erfolgreich zu bekämpfen, darunter *Lymantria dispar, Agrotis segetum, A. tritici, Tortrix viridana, Cossus cussus, Contarinia tritici, Melolontha hippocastani* und *Serica brunnea.* Bereits Ende des vorigen Jahrhunderts hat *M. anisopliae* in Rußland bei der Niederhaltung des als Rübenschädling bekannten *Cleonus punctiventris* eine bedeutende Rolle gespielt (DANYSZ 1895, DANYSZ ET WIZE 1903, FRIEDERICHS 1919). FRIEDERICHS (1919) konnte mit Hilfe der grünen Muscardine den indischen Nashornkäfer *(Oryctes rhynoceros)* niederhalten.

Daß es andererseits aber auch möglich ist, ausgedehnte Bakteriosen künstlich hervorzurufen, haben DUTKY und WHITE (1940) in USA durch ihre erfolgreiche Engerlingsbekämpfung mit Hilfe von *Bazillus popiliae* und *B. lentimorbis* bewiesen. In humusreichen feuchten Böden sind die Bedingungen hierfür zweifellos am günstigsten. Dies gilt höchstwahrscheinlich auch für die Antagonisten pilzlicher und bakterieller Pflanzenfeinde. So konnte in USA beobachtet werden, daß Antibiotika dann reichlich im Boden erzeugt werden, wenn dieser reich an sich zersetzenden Kohlehydraten ist. Man hat dort auf diesem Wege die Wurzelfäule der Baumwolle eingedämmt (GROSBARD 1951).

Zusammenfassung

Zusammenfassend ergibt sich:

1. Die Humusverarmung unserer Intensivböden, verschuldet durch falsche Kulturmaßnahmen (Monokultur, zu tiefes Pflügen, vorwiegend künstliche Düngung) hat ihrer Biozönose schwere Einbußen gebracht und damit auch ihre natürlichen Widerstandskräfte gegen Übervermehrungen erheblich geschwächt.
2. Durch Humusanreicherung der schweren Böden — bei flacher Unterbringung des organischen Materials — werden nicht nur Nahrungsquellen für Bakterien und andere Humusbildner geschaffen, sondern vor allem auch eine stabile Krümelstruktur (durch intensive Lebendverbauung) und damit wieder ein entsprechendes Hohlraumsystem (Porenvolumen) aufgebaut, ohne welches die Entfaltung der Kleinlebewelt unmöglich ist (Auskleidung der Bodenhohlräume durch Bakterien, Milben, Collembolen usw.).
3. Die Humifizierung zu leichter Böden bringt — abgesehen von den günstigen Einflüssen auf Struktur und Nährstoffgehalt — eine beachtliche Erhöhung der wasserhaltenden und wasserfassenden Kräfte mit sich, wodurch insbesondere für die entomophagen Pilze und Bakterien, die in den trockenen Sandböden nicht existieren können, günstige Bedingungen geschaffen werden.
4. Es liegt daher auf der Hand, daß intensive Humuszufuhr durch Gründüngung usw. zur Wiederbelebung des toten Bodens und damit zur Wiedererstarkung seiner natürlichen Widerstandskräfte führen muß. Dies betrifft besonders viele natürliche Gegenspieler pflanzenparasitischer Nematoden, wie räuberische Milben, räuberische Nematoden, Enchytraeiden und nematodenfangende Pilze, sowie die entomophagen Pilze des Bodens. Ihre direkte und indirekte Abhängigkeit vom Humusgehalt konnte experimentell nachgewiesen werden.

Literaturverzeichnis

Danysz, J. (1895). Maladies contagieuses des animaux nuisibles. Ann. Sci. Agronom. I; 68—70.

Danysz et Wize, K. (1903). Les entomophytes du charancon des betteraves à sucre *(Cleonus punctiventris)*. Ann. Inst. Pasteur 1903.

Deschiens, R. (1941). Sur l'emploi des Hyphomycètes prédateurs dans la prophylaxie des infestations à nématodes des végétaux. B. R. Acad. Sci. 215 : 148—151.

Dufour, J. (1892). Einige Versuche mit *Botrytis tenella* zur Bekämpfung der Maikäferlarven. Z. Pflanzenkh. 2 : 2—9.

Dutky, S. R. and White, R. T. (1940). Note on the ocurence of microsporidian infection along native Scarabaeid larvae. Journ. Parasitology 26.

Feddersen — (1894). Ergebnis der Untersuchungen über den Maikäferpilz *Botrytis tenella*. Z. Forst- u. Jagdw. 26 : 48—51.

Frank, A. (1893). Über das neuerdings vorgeschlagene Mittel, die Maikäferlarven mit *Botrytis tenella* zu vertilgen. Z. f. Jagdw. Jg. 25 : 223—226.

Franz, H. (1942). Untersuchungen über die Bedeutung der Bodentiere für die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Forschungsdienst 13 : 320—333.

Friederichs, K. (1919). Studien über Nashornkäfer als Schädlinge der Kokospalme. Monogr. angew. Entomol. Nr. 4 : 75—114 (Verlag Paul Parey, Berlin).

Grosbard, E. (1951). Antibiotica und mikrobieller Antagonismus, ihre Bedeutung für den Pflanzenschutz. Endeavour 10 : 145—150.

Jegen, G. (1920). Zur Biologie und Anatomie einiger Enchytraeiden. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 65 : 100—208.

— — (1920). Die Bedeutung der Enchytraeiden für die Humusbildung. Landw. Jahrb. Schweiz 34 : 55—71.

Krüger, W. (1952). Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Tierwelt der Felder. Z. Acker- u. Pflanzenbau 95 : 261—302.

Kühnelt, W. (1950). Bodenbiologie. Verlag Herold, Wien.

Lindfort, M. B. and Yap, F. (1939). Root-Knot nematode injury restricted by a fungus. Phytopathology 29 : 596—609.

Nebel, — (1926). Ein Beitrag zur Physiologie des Rübennematoden *(Hederodera Schachtii* Schm.) vom Standpunkt der Bekämpfung. Kühn-Archiv 12 : 1—20.

Notini, G. and Mathlein, R. (1944). Grönmykos förorsaked ar *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok. I. Grönmykosen som biologiskt bekämpingsmedel. Staten Växtskydds arst — Med. 43 : 1—90.

Overgaard-Nielsen, E. (1949). Studies on the Soil Mikrofauna II. The soil inhabiting Nematodes. Fauna Jutlandica 2 : 1—131.

Rademacher B. (1932). Verhinderung des Nematodenschadens durch Zwischenfruchtbau. Zuckerrübenbau 14 : 63—66.

— — 1934. Gründüngung und Zwischenfruchtbau als Pflanzenschutz. Mitt. f. d. Landw. 49 : 635—637.

Schaerffenberg, B. (1941). Die biologische Bekämpfung des Maikäfers und seiner Larven mit *Beauveria densa*. Anz. Schädlk. 17 : 53—55.

— — (1942). Der Einfluß von Humusgehalt und Feuchtigkeit des Bodens auf die Fraßtätigkeit der Elateridenlarven. Anz. Schädlk. 18 : 133—136.

— — (1950). Untersuchungen über die Bedeutung der Enchytraeiden als Humusbildner und Nematodenfeinde. Z. Pflanzenkh. 57 : 183—191.

— — (1952). Die Möglichkeiten einer Maikäferbekämpfung mit Hilfe von Mykosen. I. *Beauveria densa* Link, ein Hauptparasit von *Melolontha* sp. Anz. Schädlk. 25 : 166—169.

Schaerffenberg, B. und Tendl, H. (1952). Untersuchungen über das Verhalten der Enchytraeiden gegenüber dem Rübennematoden *Heterodera Schachtii* (Schm.) Z. angew. Entom. 32 : 476—488.

Sekera, F. (1951). Gesunder und kranker Boden. Verlag Paul Parey, Berlin.

Smith, F and Batista, J. W. (1942). The nematode problem from the soil microbiological standpoint. The Soil Scienca Soc. of Florida, Proceedings 4 B : 144—147.

Steiner, G. and Heinly, H. (1922). The possibility of control of *Heterodera radicicola* and other plant-injurious nemas by predatory nemas, especially by *Mononchus papilatus* Bastian. Journ. Wash. Acad. Sci. 12 : 367—386.

Zopf. — (1888). Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen. Nova acta academicae Caesareae Leopoldinae Germaniae Naturae Curiosorum 50.

Prof. Dr. K. Friederichs zum 75. Geburtstag

Vorschlag zur Verbesserung des pflanzenschutzlichen Meldewesens

Von

Erasmus Gersdorf, Hannover

Mit 4 Abbildungen

Schon seit den ersten Anfängen des Deutschen Pflanzenschutzdienstes wurde als eine seiner Aufgaben die Sammlung von Meldungen über das Auftreten von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen und die Zusammenfassung derselben und das Berichten darüber aufgeführt. Die Einrichtung dieses Meldedienstes erfolgte „um die Aufklärung und Beratung der Bevölkerung entsprechend zu richten, die Schädlingsbekämpfung zu organisieren und schließlich auch eine zahlenmäßige Statistik der Schäden möglich zu machen" (Morstatt 1947, S. 69).

„Daneben haben diese Beobachtungen auch einen wissenschaftlichen Wert, indem sie im Laufe der Zeit über biologisch-ökologische Fragen Aufklärung geben. So können sie z. B. für die Erforschung der örtlichen Verbreitung stärkerer Schäden im Laufe größerer Zeiträume oder der klimatischen und sonstigen Vermehrungsbedingungen (z. B. Massenwechsel der Insekten) ausgewertet werden und dadurch letzten Endes auch eine Vorhersage von Schädlingskalamitäten möglich machen" (Morstatt a. a. O.).

Die Zweckmäßigkeit des derzeitigen Meldeverfahrens zur Erfüllung der drei erstgenannten Aufgaben: Aufklärung und Beratung der Bevölkerung, Organisation der Schädlingsbekämpfung und zahlenmäßige Statistik soll hier nicht erörtert werden. Wenn die Frage, inwieweit die Meldungen „Aufklärung über biologisch-ökologische Fragen" geben können, gelöst ist, finden alle übrigen Fragen eine befriedigendere Lösung, insbesondere wird das letzte Ziel: Ermöglichung einer Vorhersage von Schädlingskalamitäten, allerdings nur im Zusammenhang der Klärung klimatischer Fragen, erreicht werden können.

Es läßt sich damit freilich nicht umgehen, daß alle mit den Meldungen beschäftigten Instanzen sich mehr mit der Auswertung derselben beschäftigen müssen, als dies bisher geschehen ist, weil der Nutzen, den ein Meldewesen erbringen kann, nicht von allen Beteiligten eingesehen wurde.

Ein wesentlicher Mangel an den Meldungen scheint mir nach bisherigen jahrelangen Beobachtungen der zu sein, daß das System des Einzelberichtes sozusagen nur eine Dimension kennt. Es soll Stärke des Auftretens geschätzt und — in Zahlen — angegeben werden nach dem bekannten Schema:

1 = kein Befall
2 = schwacher Befall mit geringem Schaden
3 = mittlerer Befall mit mittelstarkem Schaden
4 = starker Befall mit sehr großem Schaden
5 = sehr starker Befall mit sehr großem Schaden.

Es soll gar nicht darauf hingewiesen werden, daß jede Schätzung subjektiv ist. Jedoch muß die Subjektivität des Berichterstatters je mehr zur Geltung kommen, je unbestimmter das Meldeschema ist. Die annähernde Übereinstimmung der Schätzungen ließe sich durch entsprechende eingehende Schulung — wozu Zeit und Mittel leider oft fehlen — erzielen. Was geschieht aber, wenn der Berichterstatter, dessen Meldebezirk vielleicht einen Landkreis umfaßt, sieht, daß z. B. einzelne Rübenschläge von Moosknopfkäfern restlos zerstört sind, andere den Schädling überhaupt nicht aufweisen. Freilich, er kann mehrere Zahlen verwenden oder den Tatbestand je nach Geschick in kurzen oder langen Worten wiedergeben. Dem Zusammenfasser solcher Berichte ist damit wenig gedient. Er hilft sich dann in seinen Zusammenfassungen ähnlich. Leicht ist auch das nicht. Wer die Meldungen dieser Art mehrerer Berichterstatter eines nicht großen Bezirkes zusammenfassen soll, kennt diese Schwierigkeiten. Und dem zuständigen Bearbeiter der Biologischen Bundesanstalt geht es dann mit den Meldungen, die er erhält, keineswegs besser. Er muß dann ebenfalls „zusammenfassen", so gut es ihm möglich ist. An eine Klärung ökologischer Fragen ist dann demjenigen, der dieses von der BBA monatlich und jährlich zusammengefaßte Material verwenden will, mit Hilfe desselben kaum möglich.

Diese Schwierigkeiten bestehen auch anderwärts. Als Beispiel seien Faunenverzeichnisse erwähnt, die kurz gefaßt hinter dem Namen der einzelnen Tierart mehr oder weniger deutliche Hinweise auf das Auftreten derselben geben. Am besten sind dann Einzelfunde zu verwerten, denn diese werden meist genau zitiert. Lassen sich die Einzelfunde nicht mehr alle anführen, stehen dann unklare Angaben wie „selten", „ziemlich häufig", „weit verbreitet" nebeneinander. Dem reinen Faunisten mögen sie vielleicht genügen. Ökologische Zusammenhänge gehen daraus nicht hervor. Dieser Zustand ist auch auf diesem Gebiet nicht neu, und deshalb machte FRIEDERICHS (1929, Bd. I, S. 57—59) den Vorschlag, Flächendichte und Ortsdichte zu unterscheiden. Für jede Kategorie stehen dann festgelegte Ausdrücke — evtl. durch Zahlen ersetzt — nach folgendem später abgewandeltem Schema (GERSDORF 1937, S. 36, FRIEDERICHS 1941). Nach diesem Schema haben Faunisten, besonders Koleopterologen (ERMISCH und LANGER 1936, BLUMENTHAL 1953) erfolgreich gearbeitet.

Staffelung der Flächendichte:

Einorts	selten	zerstreut	verbreitet	häufig	gemein
I a	I	II	III	IV	V

Staffelung der Ortsdichte:

Vereinzelt	spärlich	mitteldicht	zahlreich	sehr zahlreich	massenhaft
1	2	3	4	5	6

Ganz vollständig ist auch dies Verfahren nicht, da die gleiche Flächendichte erzielt werden kann bei einem stenotopen Tier, dessen bevorzugter Biotop innerhalb eines bestimmten Gebietes stark überwiegen kann (Beispiel: das streng halobionte *Bembidium aspericolle* Grm. (Col. Car.) könnte eine ungeheure Flächendichte erreichen, wenn ein bestimmtes Gebiet nur Salzbiotope verschiedenster Formen aufwiese), oder ein eurytoper Bewohner von Wald in allen Formen könnte eine ganz geringe Flächendichte erhalten, wenn eine große Kultursteppe nur ein einziges Gehölz aufwiese.[1])

Nun besteht diese Schwierigkeit im praktischen Pflanzenschutz kaum, da die meisten Krankheiten und Schädlinge mono- oder oligophag wenigstens in bezug auf die einzig interessierenden Kulturpflanzen sind, oder falls nicht, ihre ökologischen Ansprüche einigermaßen bekannt sind. Ausnahmen

[1]) Falls es sich in diesem Falle um eine Art mit schlechtem Ausbreitungsvermögen handelte (z. B. eine flugunfähige), könnte ihr Vorhandensein die Frage entscheiden, ob dieses Gehölz der Rest eines ursprünglichen Waldes oder eine Neuanlage ist.

sind immer „selten" in ihrem Vorkommen, besonders zeitlich gesehen, und nur von eng umgrenzter lokaler Bedeutung.

Es wird daher vorgeschlagen, bei den pflanzenschutzlichen Meldungen von vornherein für jeden Meldebezirk Flächendichte und Ortsdichte zu unterscheiden, also zweidimensional zu verfahren. Und zwar nach folgendem Schema:

Flächendichte:

I = Auftreten nur an einer oder ganz wenigen Stellen
II = Auftreten nur auf wenigen Feldern der betr. Kultur
III = Auftreten auf etwa der Hälfte der Kulturen
IV = Auftreten auf vielen, aber nicht allen Feldern
V = Auftreten auf fast allen Feldern, also über den ganzen Bezirk verbreitet.

Ortsdichte:

1 = Nur einzelne Schädlinge vorhanden oder nur einzelne Pflanzen krank. Der Berichterstatter muß auf dem Feld suchen, um den Befall zu finden.
2 = Schwacher Befall. Der Berichterstatter muß auf das Feld gehen, um ihn zu sehen, findet den Befall dann aber, ohne allzusehr zu suchen.
3 = Mittlerer Befall. Der Berichterstatter sieht den Befall bei Durchgang durch das Feld, ohne besonders zu suchen.
4 = Starker Befall. Der Berichterstatter sieht den Befall schon vom Feldrand aus. Es sind jedoch noch nicht alle Pflanzen befallen.
5 = Sehr starker Befall. Der Befall fällt sofort in die Augen. Fast alle Pflanzen sind befallen.

Sollte im Berichtsbezirk die gefragte Krankheit oder der Schädling trotz Suche nicht gefunden worden sein, so ist dies mit „0" zu melden. Hat der Berichterstatter jedoch nicht darauf geachtet, so daß ein Auftreten nur nicht beobachtet wurde, trotzdem aber möglich ist, so ist ein Strich zu machen.

Dieses Schema ist natürlich entsprechend der Größe und sonstigen Eigenheiten des einzelnen Schädlings oder der Krankheit bzw. des Schad- oder Krankheitsbildes zu verwenden. Befressene Straßenbäume z. B. sind im Vorbeifahren zu erkennen, man überzeugt sich lediglich stichprobenweise, um welchen Blattfresser es sich handelt. Zur Feststellung des vorhandenen Rapsglanzkäferbefalles muß man freilich in den Rapsschlag hinein. Das ist aber auch bei dem eindimensionalen, bisher üblichen Schema nicht anders.

Das Schema von Friederichs (1930, 1941) ist 6-spaltig — von „Nicht vorhanden" abgesehen —. Für das für den pflanzenschutzlichen Meldedienst vorgeschlagene Schema wurden absichtlich die üblichen 5 Spalten beibehalten — unter Einstellung des „Nicht vorhanden" als besondere Angabe —. Von der bisher üblichen „1" = „kein Befall" wurde absichtlich abgegangen, da dies zwar gedanklich richtig, aber für den Durchschnittsberichter aus der Praxis unverständlich ist.

Praktisch geschieht also nun beispielsweise folgendes: Der Berichterstatter, vielleicht ein Versuchsringleiter, der in einem bestimmten Teil eines Landkreises tätig ist, sieht, daß von den von ihm betreuten Rüben-

schlägen zwei restlos vom Moosknopfkäfer zerstört wurden. Wenige Worte eines Schemas oder zwei Zahlen — in dem Falle I, 5 — drücken den Tatbestand klar aus, wobei als Angabe für die Flächendichte eine Subjektivität fast ausgeschlossen ist, wenn als Maß der Flächendichte jeweils der stärkste vom Berichterstatter in seinem Bezirk beobachtete Schaden (bzw. stärkste Auftreten des Schädlings) also die höchste Ortsdichte genommen wird.

Kommt vom benachbarten Berichtsbezirk aus dem gleichen Landkreis etwa die Meldung V, 5, so muß der zusammenfassende Berichterstatter wissen, daß es sich hier entweder um ein Gebiet völlig anderer landwirtschaftlicher Struktur (z. B. auf Grund der Bodenverhältnisse) handelt, auf dem dann aber sämtliche wenigen Rübenschläge zum Umbruch reif sind, oder um ein praktisch völlig gleiches Gebiet, auf dem dann die meisten der zahlreichen Rübenschläge sich im gleichen trostlosen Zustand befinden. Er wird dann für die Weitergabe seiner Meldung, nach dem gleichen Schema die richtige Form finden.

Es verlockt, zum besseren Verständnis, die Zahl der Beispiele zu erweitern, wozu aber hier der Raum fehlt. Einiges muß aber noch angeführt werden. Es kann z. B. durch entsprechende Zusätze eine noch größere Genauigkeit erzielt werden ohne große Worte. Die Meldung über Ringelspinner wird vielleicht so aussehen: Straßenbäume IV, 5; Gärten V, 2; Erwerbsanlagen 0. Der Wert und Umfang von Bekämpfungsmaßnahmen kann durch so eine klare Ausdrucksweise wiedergegeben werden, falls solche nicht erfolgt sind oder erfolgen konnten, gibt diese Meldung Aufklärung über biologisch-ökologische Fragen.

Ein weiteres Beispiel: Das Auftreten der Cercospora ist, falls vorhanden, meist weit verbreitet, wenn auch nicht auf allen Schlägen gleich stark. Während es beim meist unbemerkten Auftreten des Moosknopfkäfers — der hier wiederum herangezogen wird, um die genannten Beispiele in Beziehung zu bringen — fast immer zu Totalschäden kommt, andere Schläge aber praktisch keinen Schaden aufweisen, da ja bei geringerer Anzahl von Käfern lediglich weniger Rübenkeimlinge beim Vereinzeln zu entfernen sind, liegen die Verhältnisse bei der Cercospora eben anders. Die Meldung II, 5 läßt hier ohne weiteres den Schluß zu, daß auch alle übrigen Schläge in zunehmender Flächendichte und abnehmender Ortsdichte befallen sind, das Auftreten auf diesen also insgesamt geringer ist, als im nächsten Berichtsbezirk mit der Meldung V, 5.

Ein weiterer und weitergehender Vorschlag betrifft nun die Abgrenzung der Berichtsbezirke. Nicht für die unterste Instanz, den Erstberichter, sondern für die weitere Zusammenfassung. Dazu sind bisher die politischen Bezirke: Länder, Regierungsbezirke und Kreise benutzt worden, auch in den Zusammenfassungen der Meldungen durch die BBA und auf den von ihr herausgegebenen Kartenübersichten. Nun ist es aber, vor allem bei sehr umfangreichen Landkreisen gar nicht selten, daß sie Teile ganz verschiedener geologischer, geographischer, bodenkundlicher, floristischer und faunistischer Gebiete enthalten. Der Sachbearbeiter eines Pflanzenschutzamtes muß sich bei der Zusammenfassung der Meldungen bisher so ausdrücken, daß entweder etwas herauskommt, was den Tatsachen nicht recht entspricht, oder der Bearbeiter bei der BBA steht vor der gleichen Schwierigkeit: das Endergebnis ist dasselbe. Auch dies läßt sich wiederum am besten an einem praktischen Beispiel belegen. Die Kartenübersicht Maikäferflug

im 1. Jahr nach dem Schaltjahr sieht in der Darstellung der zusammenfassenden Meldung der BBA für ein bestimmtes Gebiet notgedrungen aus, wie Abb. 1 (BRA 1931) zeigt.

Tatsächlicher Maikäferflug: Abb. 2.

Abb. 1. Maikäferflug im 1. Jahr nach Schaltjahr. Nach bisheriger Meldung

Abb. 2.
Maikäferflug im 1. Jahr nach Schaltjahr.
Tatsächlich: ● Flug „sehr stark"
≡ Flug „stark"

Wie ist dem abzuhelfen? Meines Erachtens durch Aufteilung des gesamten Berichtsbezirkes des Pflanzenschutzamtes in Unterbezirke, in denen alle Voraussetzungen möglichst gleich sind, oder wenigstens auf möglichst vielen — von pflanzenschutzlich-ökologischer Seite gesehen wichtigen — Faktoren größtmöglichste Übereinstimmung besteht. Die Größe der Bezirke spielt dabei keine Rolle, sie dürfen nur nicht zu klein werden. Die BBA erhält eine Karte der Unterbezirke mit unterlegten Kreisen, und den Bezeichnungen der Unterbezirke, ev. werden sie numeriert. Notfalls, wenn die Bezirke größer sind, wird durch entsprechende Zusätze nach Himmelsrichtungen bei Meldung über bestimmte Schädlinge und Krankheiten eine sinngemäße Unterteilung vorgenommen. S. Übersichtskarte (Abb. 3).

Ich gebe zur Erläuterung des Vorhergesagten im folgenden zunächst vom Standpunkt des Zoologen die meines Erachtens zweckgerechteste Unterteilung des Gebietes des Pflanzenschutzamtes der Landwirtschaftskammer Hannover, das auf der Übersichtskarte (Abb. 3) zu ersehen ist.

Für die Unterteilung habe ich als Anhalt benutzt:

1. Die Bodenkarte für Niedersachsen;
2. Die Karte der Klimakreise von Niedersachsen nach HOFFMEISTER (1945) und die Erklärungen dazu (HOFFMEISTER 1937) sowie WERTH (1927);
3. Die Aufzeichnungen über das Auftreten tierischer Schädlinge in den letzten 15 bis 20 Jahren, mit notwendig werdenden Korrekturen und unter Beurteilung der persönlichen Eigenschaften und Kenntnisse der Berichterstatter, soweit sie mir bekannt sind. Dazu Ergebnisse besonderer Erhebungen, z. B. des Rübenwanzenbegehungsdienstes sowie eigene Beobachtungen;[2])
4. Faunenverzeichnisse von Insekten, soweit brauchbar (von Schmetterlingen z. B. nur über Auftreten von Raupen), besonders von Carabiden, deren Eignung für ökologische Untersuchungen schon mehrfach, zuletzt in umfassender Weise durch LINDROTH (1945, 1949) bewiesen wurde. Hierzu für den vorliegenden Zweck eingehende eigene Untersuchungen an Carabiden, über die noch an anderer Stelle be-

[2]) Die Ergebnisse des Rübenwanzenbegehungsdienstes und überhaupt die Feststellungen über Vordringen und Stärke des Auftretens der Rübenblattwanze in Niedersachsen sind sehr geeignet, als Begründung für die Abgrenzung verschiedener der unten aufgeführten Berichts-Unterbezirke angeführt zu werden, jedoch möchte ich einer im Entstehen begriffenen Dissertation nicht vorgreifen.

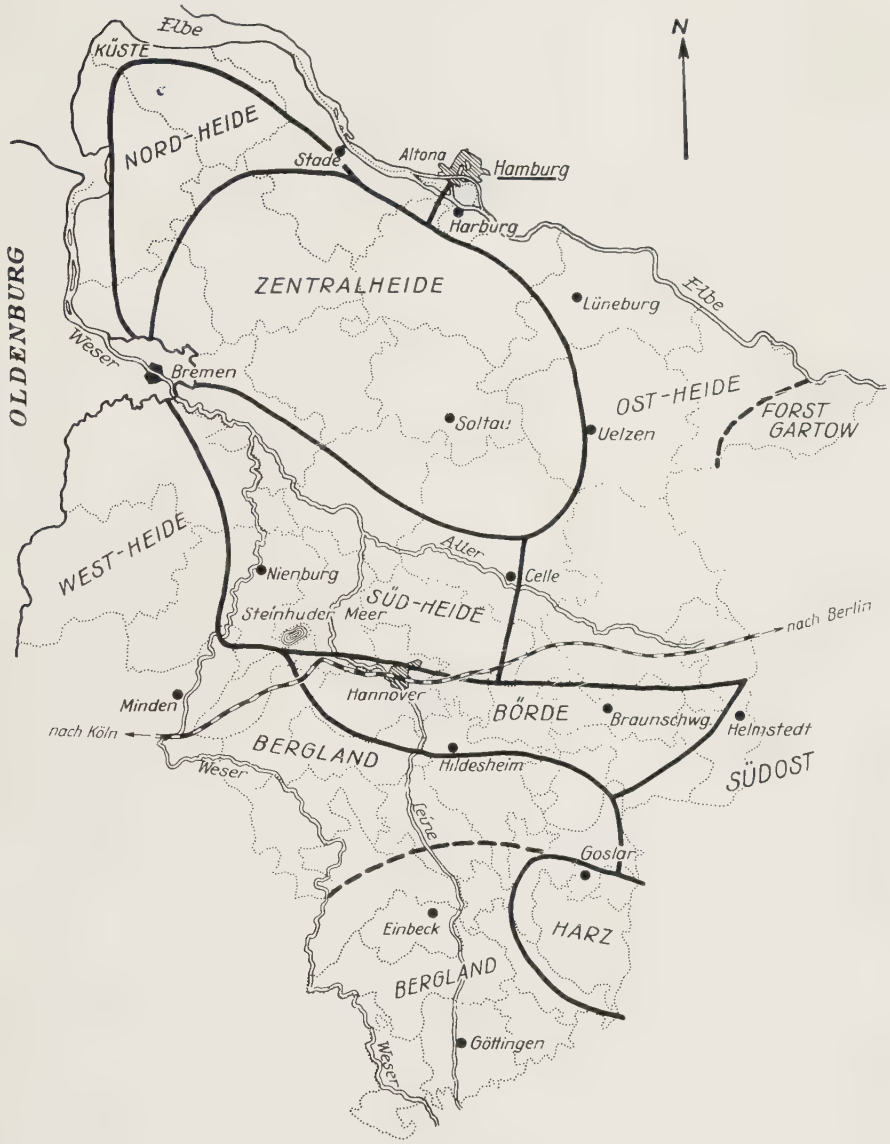


Abb. 3 Übersichtskarte

richtet werden wird. Dazu kommen eingehende Erkundigungen bei anderen Sammlern, auch anderer Ordnungen und Familien.[3])

Ich gebe im folgenden die Bezirke unter den vorgeschlagenen Namen an, wobei ich die bodenkundlichen, klimatischen und faunistischen Besonderheiten, womit ich sie zu begründen suche, möglichst kurz anführe.

Für die faunistischen Angaben, bes. bezüglich des Vorkommens der Carabidenarten folgender kurzer Hinweis: Die Gründe des Vorkommens der einzelnen Arten in den

[3]) Diese Zusammenarbeit kann den im praktischen Dienst tätigen Entomologen nicht genug empfohlen werden, sie ist für beide Teile äußerst fruchtbar, wenn sie richtig gestaltet wird.

einzelnen Bezirken, wobei Arten mit sehr unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen, die aber eben anscheinend nur in den betreffenden Bezirken verwirklicht, bzw. nicht verwirklicht werden, werden hier nicht einzeln aufgeführt. Wenn weitere Funde die Artenzahlen für die einzelnen Bezirke ändern werden, so steht dem die nicht zu übersehende unterschiedliche Flächen- und Ortsdichte im gesamten Gebiet vorkommender Arten in den einzelnen Unterbezirken gegenüber, wobei ich mir versagen muß, Einzelheiten aufzuführen. Wem die aufgeführten Zahlenunterschiede zu gering erscheinen mögen, vergleiche einmal zwei gleichwertige Faunenlisten zweier benachbarter Gebiete mit einer solchen eines etwas ferneren Gebietes (z. B. SOKOLOWSKI 1926, GERSDORF 1937, MAKOLSKI 1952, alle nur Carabiden).

Insgesamt bislang in Niedersachsen sicher nachgewiesene Carabidenarten:	385
Davon müssen unberücksichtigt bleiben, weil vermutlich ausgestorben (kein Wiederfund seit rd. 50 Jahren)	3
Verbreitung noch unbekannt, da jüngst aufgestellte Arten, Artentrennung	8
Nur unregelmäßige Zuflieger[4])	2
Ausgesprochen synanthrop	5
Ausschließlich an Ufer großer Flüsse gebunden	6
Zwar deutliche, aber unerklärbare Verbreitungsgrenzen	3
zusammen	27
Verbleiben für die untenstehende Unterbezirkseinteilung	= 358

(= 100%) Arten, von denen nur 143 = 40% im gesamten Bezirk mit unterschiedlicher Ortsdichte, viele auch Flächendichte, vorkommen.

Lediglich, um die untenstehende Einteilung nicht zu komplizieren, wird auf folgende Tatsache hingewiesen: Das Gebiet des Pflanzenschutzamtes Hannover weist zwei in die Augen springende und unterschiedliche Gebiete auf: den Süden mit den bewaldeten Höhen und den schweren Böden, den Norden mit Sandböden, Heideflächen, Kiefernwäldern und ausgedehnten Hochmooren. Sie sind jedoch zu unterteilen. Die Gemeinsamkeiten der jeweils zu „Südhannover-Braunschweig" und „Nord-Hannover" gehörenden Unterbezirke gehen aus den folgenden Beschreibungen hervor. Nach WERTH (1927) gehört Südhannover-Braunschweig zum Klimabezirk des mitteleuropäischen Berglandes, Nordhannover zum Atlantischen Klimabezirk. Der subsarmatische Klimabezirk ragt sowohl nach Nordhannover als auch nach Südhannover-Braunschweig hinein, und zwar an Stellen, die sich auch faunistisch ausprägen. Die Unterbezirke WERTHS (a. a. O.) lassen sich in etwa im Süden, wo sie mit den Klimakreisen HOFFMEISTERS (a. a. O.) zusammenfallen, verwenden, jedoch keinesfalls im Norden.

Die Grenzen der gedachten Unterbezirke für den Meldedienst, die in Wirklichkeit natürlich mehr oder weniger fließend sind, werden nicht benannt; es wird gebeten, sie der Karte zu entnehmen.

1. Unterbezirk Küste

Er umfaßt den Unterkreis c (Wesermündung) und Teile des Unterkreises d (Länder Wursten-Hadeln-Kehdingen) des Nordseeküstenkreises nach HOFFMEISTER (1937). Auffällig sind die besonders milden Winter und die — es klingt paradox — kontinentalen Sommer mit geringen Niederschlagsmengen. Früh- und Spätfröste treten kaum in größerem Umfange auf. Er umfaßt das Gebiet der Seemarschen. Stärkste Schäden durch *Tipula* an allen Kulturen. Rübenschädlinge, so *Tanymecus palliatus* F., *Atomaria lineata* Steph. sind vorhanden, jedoch nicht von wirtschaftlicher Bedeutung. Rapserdfloh ist viel regelmäßiger vorhanden, als in Südhannover-Braunschweig. 17 Carabidenarten nur hier (davon nur 4 halobiont oder halophil), 3 sonst nicht in Nordhannover, 5 (davon 4 halobiont oder halophil) gemeinsam mit Unterbezirk Südost. Gesamtartenzahl: 237 (= 66%).[5])

[4]) Gemeint sind *Calosoma reticulatum* F. und *C. maderae auropunctatum* Hbst. Nach BENICK (1947) wäre auch *Calosoma sycophanta* L. hierher zu rechnen, er kommt aber im „Forst Gartow" (s. S. 154) ständig vor.

[5]) Dies ist bemerkenswert, da Salzstellen in ganz Südhannover-Braunschweig, besonders aber um Stadt Hannover bis über Celle hinaus und entlang der Aller, meist in der Form von Salzhalden der Kalischächte vorhanden sind. Diese haben nach GERSDORF und KUNZE (1949) insgesamt 4 weitere Halobionte oder -phile mit der Küste gemeinsam und 5 ebensolche, die an der Küste nicht vorkommen. Eigentlich hätten daher die Halobionten und -philen Carabiden als faunistische Beispiele kaum benutzt werden können, ich habe dies aber getan wegen der bemerkenswerten Beziehung zwischen den Unterbezirken Küste und Südost.

2. Unterbezirk Nordheide

Er umfaßt den Rest des Unterkreises des Nordseeküstenkreises nach HOFFMEISTER (a. a. O.) und den nördlichen Teil des Klimakreises der Lüneburger Heide. Das Klima dieses Unterbezirkes ist ausgesprochen maritim, auch im Sommer. Das Gebiet ist reich an Winden. Tagesmittel von —11° und weniger werden nicht in jedem Winter erreicht. Es erhebt sich nur wenig über NN. Die mit Kiefernwald oder Heide bedeckten Hügel, soweit sie nicht in Kultur genommen wurden, fallen als „Geest" ziemlich steil zur Marsch ab. Sie sind von Weißtorfmooren unterbrochen, die innerhalb des Gebietes fast nur hier vorkommen. In diesem Unterkreis treten die stärksten und häufigsten Schäden durch *Tipula* auf. Neigung zu Feldmauskalamitäten liegt hier nicht vor. Die Carabidenfauna dieses Gebietes ist noch nicht genügend bekannt. „Spezielle" Arten scheinen nicht vorhanden zu sein, jedoch kommen alle die Arten vor, die in den nächsten 2 Unterkreisen als fehlend bezeichnet werden. Gesamtartenzahl: 225 (= 63%).

3. Unterbezirk Westheide

Er entspricht etwa dem Klima-Unterkreis Hoya-Diepholz nach HOFFMEISTER (a. a. O.) Er liegt außerhalb des 1. Mai als Datum des letzten Frostes. Das Klima ist maritim, etwa wie beim vorigen Unterkreis. Landschaftlich ist dieser Unterkreis nicht einheitlich. Die Moore, meist schon Brauntorfmoore, nehmen einen großen Raum ein, dazu kommen ausgedehnte Flachmoore. Überdies ist eingesprengt ein Gebiet mit lehmigem Sandboden. Schäden durch typische Rübenschädlinge treten hier kaum auf, obwohl die betreffenden Insekten vorkommen. Auch hier kommen Tipulaschäden größeren Umfanges vor, jedoch insgesamt weniger als im vorgenannten Unterkreis. Von den sonst in Nordhannover vorkommenden Carabiden fehlen bis jetzt 18, jedenfalls im Westen dieses Unterkreises, 2 wurden nur hier gefunden, 6 werden hier regelmäßig gefunden, die sonst nur vereinzelt gefunden werden können. Das Fehlen von 7 weiteren Arten hat dieser Bezirk mit dem nächstgenannten Unterbezirk gemeinsam. Gesamtartenzahl: 195 (= 54%). Auffällig ist in diesem Gebiet die Abnahme der Apidenarten (A. C. W. WAGNER, 1938) selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, daß hier nur wenig gesammelt wurde.

4. Unterbezirk Zentralheide

Er entspricht in etwa dem „Westlichen Unterkreis" des Klimakreises der Lüneburger Heide nach HOFFMEISTER (a. a. O.). Besonders auffällig sind hier die langen, kontinentalen Winter mit frühen Früh- und späten Spätfrösten. Auf großen Teilen dieses Gebietes westlich der Stadt Lüneburg herrschen Verhältnisse, wie sie im Gebiet nirgendwo sonst gefunden werden und nur mit dem Brockengebiet und weiterhin dem Harz verglichen werden können; man kann ohne Übertreibung hier von kontinentalen Wintern sprechen. Der Grund hierfür liegt nach HOFFMEISTER (1937) in der Höhenlage dieses Gebietes, wobei Höhen von rund 100 m über NN. keine Seltenheit sind. Dieser Unterbezirk ist, besonders im Ostteil, wellig und erinnert, von der Bewaldung (meist Kiefern) abgesehen, vielerorts an Mittelgebirgslandschaften. Der Boden ist ausgesprochen sandig — größere Moore fehlen ganz, weite Auen fast völlig — nur im Osten befinden sich stellenweise bessere Böden, die im Nordwestteil des Landkreises Ülzen ein geschlossenes Gebiet einnehmen. Tipulaschäden und Feldmausschäden fehlen fast überall. *Tanymecus palliatus* F. kommt auch in für ihn geeigneten Böden nicht vor. Blattlauszählungen an Kartoffeln ergeben hier die geringsten Werte für *Mycodes persicae* Sulz. 22 sonst in Nordhannover vorkommende Carabidenarten fehlen bisher, wovon einige an geeigneten Biotopen noch gefunden werden könnten. Gesamtartenzahl: 185 (= 51%). 2 Arten sind „montan". (Vgl. Unterbezirk Bergland.)

5. Unterbezirk Ostheide

Er entspricht etwa dem östlichen Unterkreis des Klimakreises der Lüneburger Heide. Während hier die Winter — trotz der östlichen Lage — nicht so streng sind, wie in der Zentralheide, macht sich für die Sommer ein stärkerer kontinentaler Einfluß, besonders durch Abnahme der Regenmengen, bemerkbar. Das Gebiet liegt niedriger, als die Zentralheide. Den größten Teil nehmen Heidelandschaften bzw. Sandböden ein; eine Ausnahme bilden die Elbmarschen und die Gebiete der hier zufließenden Nebenflüsse. Bemerkbar machen sich hier die Goldafter[6]) und — besonders im Norden —

[6]) Vgl. hierzu das Schadvorkommen des Goldafters im Klimakreis der ostfriesischen Inseln (HOFFMEISTER a. a. O.) mit noch stärkerer Hervorhebung der für den Unterbezirk Küste benannten klimatischen Eigenschaften.

Apfelblütenstecher mit Neigung zu Massenvermehrungen. Alljährlicher Flug des Kiefernspanners fällt hier mehr auf als anderswo; die einzelnen Fundorte des Kiefernprozessionsspinners liegen in diesem Gebiet. Vorkommen des Haussperlings auf Sandböden hier besonders eindringlich; stärkste Orts- und Flächendichte der Hausratte, die hier — in der schwarzen Form — immer zu finden ist. Tipulaschäden sind fast unbekannt.

Der östlichste Zipfel des Gebietes gehört nach WERTH — da östlich der 600 mm Jahresisohyete gelegen — zum subsarmatischen Klimabezirk. Der darin gelegene „Forst Gartow" ist Schauplatz in langen Abständen wiederkehrender Kiefernspinnerkalamitäten und Gebiet ständigen Vorkommens von *Calosoma sycophanta* L. (vgl. Fußnote 4). Nur in diesem Gebiet wurde (von Praktikern, nicht Käfersammlern!) *Anisoplia segetum* gefunden. Der Unterbezirk Ost hat 4 Carabidenarten allein und 32 mit Südhannover gemeinsam, davon 8 in und bei den Kalkgruben um Lüneburg. Gesamtartenzahl: 263 (= 75%).

6. Unterbezirk Südheide

Er entspricht dem Unterkreis „Kalenberg" nach HOFFMEISTER. Die Regenmengen im Sommer sind hier etwas höher, als im vorigen Unterkreis, jedoch die Temperaturen zu gleicher Zeit ebenso hoch, z. T. noch etwas höher. Die Winter sind weit milder, als im Unterkreis Zentralheide, vor allem auch kürzer. Die Böden sind in großem Umfange sehr leicht und neigen, besonders nach Osten zu, zu Windverwehungen. In diesem Gebiet liegen die weiten Flußauen von Weser, Aller und Leine. Größere Höhenunterschiede fehlen fast ganz. Besondere Lebensbedingungen bieten die Hänge der Sanddünen, besonders nördlich der Aller, die ein besonders reiches Leben aculeater Hymenopterenfamilien ermöglichen (A. C. WAGNER a. a. O. und 1939). Im Unterbezirk befinden sich eine Reihe umfangreicher, ausgetrockneter Brauntorfmoore. Nur hier Vorkommen von Schwammspinner und Baumweißling in beachtenswertem Umfang mit Neigung zu örtlichen Massenvermehrungen[7]), im Ostteil hierzu noch Goldafter. Die gleiche wirtschaftlich-faunistische Beziehung zum Unterkreis Ostheide stellt die bevorzugte Neigung zu Massenvermehrung von Diprion sp. (THALENHORST 1952) dar. Zu Südhannover besteht eine Beziehung in häufigeren Vorkommen von Kahlfraß durch Ringelspinner und Gespinstmottenarten an Straßenobst. An geeigneten Stellen Neigung zu Feldmauskalamitäten. Tipula ist zwar in günstigen Jahren reichlich vertreten, aber fast nur an landwirtschaftlichen Kulturen. Von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung ist das Vorkommen der „Neustädter Kriebelmücke" (Simulium argyreatum (FRIEDERICHS 1922), die in den letzten Jahren wieder ganz erhebliche Totalausfälle an Rindern verursachte, an dem durch dieses Gebiet fließenden Teil der Leine. „Spezielle" Carabidenarten 3, von denen eine (*Carabus monilis* F.) nur in den genannten Flußauen vorkommt, die beiden anderen vielleicht weitere Verbreitung haben, 2 Arten mit Südhannover, 6 nur mit Unterbezirk Ostheide gemeinsam. Gesamtartenzahl: 230 (= 64%).

7. Unterbezirk Börde

Er entspricht dem Klimakreis „Hannoversch-Braunschweigische Börde" nach HOFFMEISTER (a. a. O.). Klimatisch stellt dieser Bezirk — vom folgenden abgesehen — das kontinentalste Gebiet ganz Niedersachsens dar. Die Regenmengen sind gering, die Temperaturen ebenso hoch wie beim vorigen Unterbezirk. Das Gebiet ist nur wenig gewellt. Es umfaßt Ton-, Kreide- und Lehmböden und hat durchschnittlich die höchsten Bodenwertzahlen von ganz Niedersachsen. Demgemäß ist die landwirtschaftliche Struktur: Massierung des Zuckerrüben- und Weizenanbaues. Pflanzenschutzlich und faunistisch bestehen enge Beziehungen mit Teilen des Unterkreises Weser-Bergland; er unterscheidet sich von diesem nur durch das Zurücktreten bewaldeter Höhen, faunistisch u. a. durch ständiges Vorkommen des Hamsters, und weist die höchste Flächendichte und im Durchschnitt Ortsdichte des Haussperlings auf. Gemeinsam mit dem nächsten hat er die Neigung zu Feldmauskalamitäten mit hoher Flächendichte und zu Schädigungen durch Weizengallmücke, *Tanymecus palliatus* und *Atomaria lineata* an Rüben. Unterschiede im Auftreten von Carabiden — außer gelegentlichen örtlichen Schäden durch Larven von *Zabrus tenebrionides* Gze. — gegenüber dem Unterkreis Bergland bestehen qualitativ kaum, wohl quantitativ.

---

[7]) Aber nicht an Obstarten, an denen man letzteren vereinzelt und spärlich, aber regelmäßig, findet. (Nicht so in Südhannover!)

8. Unterbezirk Südost

Diesen verhältnismäßig kleinen Unterbezirk trenne ich ab nach WERTH (a. a. O.), wonach er (s. o.) zum Subsarmatischen Klimabezirk gehört. Die Abtrennung ist durch die Häufung kontinentaler Klimaerscheinungen bedingt, die dies Gebiet unmittelbar neben die Magdeburger Börde stellen. Auffällig ist z. B. (wahrscheinlich wegen Störung der Vermehrung von *Mycodes persicae*), daß hier die Vergilbung der Rübe noch nie eine Rolle gespielt hat. Schäden durch Hamster sind hier keine Seltenheit und die Sperlingsdichte entspricht hier in rein landwirtschaftlichem Gebiet der der Großstadtvorstädte (Hannover, Hildesheim, Braunschweig). „Spezielle" Carabidenarten 5, nur mit Unterbezirk Küste zusammen 4. Gesamtartenzahl: 285 (= 80 %).

9. Unterbezirk Weser-Bergland

Klimatisch infolge der großen Höhenunterschiede nicht einheitlich, geologische Verschiedenheiten bedingen auch solche des Bodens und der Pflanzenbedeckung. Die Wälder der Berghöhen sind fast ausschließlich Laubhölzer, Fichte stellenweise (besonders Solling) nachgepflanzt. Schädlingsauftreten ebenfalls stark unterschiedlich, jedoch von der Börde höchstens graduell abweichend. Hamster fehlt allerdings fast völlig, Dichte des Haussperlings in den Tälern etwa der der Börde gleich, nach den Höhen zu schnell abnehmend.

Die Klimaunterbezirke WERTHS und die Klimaunterkreise HOFFMEISTERS (1937), mit dessen Klimakreis Weser-Bergland der gleichbenannte Unterkreis zusammenfällt, unterteilen das Bergland vorzugsweise in nord-südlich verlaufende Grenzlinien. Falls das Bergland faunistisch unterteilt werden müßte, käme nach den Befunden eher eine ost-westliche Grenzlinie nördlich Einbeck auf Goslar zu verlaufend in Frage. Das so entstehende Gebiet hat vier „spezielle" Carabidenarten und eine mit Unterbezirk Südost gemeinsam. FINKE (1938) meldet von 16 von FÜGE u. a. (1930) und GROSS (1950) nicht gemeldeten Schmetterlingen (nicht gerechnet Montane und Harzarten) Raupenfunde aus diesem Gebiet, darunter bis an die oben genannte Linie (von GROSS 1950 bestätigt) solche von *Papilio podalirius* L. Es wird aber auf diese Unterteilung zum mindesten im Rahmen dieses Aufsatzes verzichtet. Gesamtzahl der Carabidenarten: 284 (= 80 %).

Die faunistischen Unterschiede zwischen Weser-Bergland und Börde gegenüber den nordhannoverschen Unterbezirken sind beträchtlich und insbesondere den für das Gebiet um Hannover und Braunschweig bestehenden Faunenlisten zu entnehmen. „Spezielle" Carabidenarten: 35[8]), Gesamtartenzahl: 279 (= 78%).

10. Unterbezirk Harz

Daß dieser klimatisch, bodenkundlich, landwirtschaftlich und faunistisch sich von den umliegenden, niedrigeren Gebieten unterscheidet, ist so selbstverständlich, daß es nicht näher begründet zu werden braucht. Auch sind die faunistischen Übereinstimmungen etwa der Harzfauna mit der nahe gelegener umfangreicher Waldberge (z. B. des Sollings) gering und beziehen sich fast nur auf Hochmoorformen. Nur Solling und Harz gemeinsam: 1 Carabidenart, Harz allein 13 Arten. Gesamtzahl: 243 (= 60%).

---

[8]) Diese, z. T. montane, z. T. xerotherme Bewohner der südwärts geneigten Muschelkalkhänge erreichen also — vom boreomontanen *Bembidium tibiale* Dft. abgesehen — hier die Nordgrenze ihres Vorkommens.

Im vorstehenden wurde ein Beispiel für die Unterteilung eines Berichtsbezirks in Unterbezirke gegeben. Sie wäre mit dem Botaniker des Pflanzenschutzamtes abzustimmen und in eine endgültige Form, notfalls mit — auch in diesem Falle möglicher — eingehenderer Beweisführung zu bringen, wobei später noch Verbesserungen gemacht werden können. Die Karte hierzu wird der BBA vorgereicht.

Wenn wir nun zum letzterwähnten Beispiel der Berichterstattung (s. S. 150) zurückgreifen, so würde in diesem Falle der Bericht an die BBA möglichst kurzgefaßt folgendermaßen lauten: Maikäferflug sehr stark am Ostrand des Unterbezirkes Zentralheide und dem angrenzenden Teil der Ostheide. Die Einzeichnung für den gedruckten Monats- oder Jahresbericht durch die BBA würde dann ungünstigenfalls etwa wie auf Abb. 4 angegeben aussehen müssen. Diese Einziehung würde dann immer noch den Tatsachen gerechter, als die Abb. 1.

Ein Bearbeiter, der an Hand solcher Berichte biologisch-ökologische Zusammenhänge klären will, würde dann unter Heranziehung ihm geeignet erscheinender Klima-, Boden- oder Bodenbedeckungskarten einen Zusammenhang zum mindesten erraten können und im Zweifelsfall sich um Einzelheiten bekümmern können, für die ihm Hinweise nunmehr vorliegen. Ebenso würde ein neu zum Pflanzenschutzamt hinzutretender Mitarbeiter sich schneller über die Lage unterrichten können, als dies ihm viele Einzelberichte ermöglichen können, für die er die Voraussetzungen zunächst nicht kennt.

Selbstverständlich ist eine solche Berichterstattung nicht unbedingt für statistische Zwecke geeignet, aber Statistik ist immer umstritten. Ebenso müssen Lageberichte für Ministerien u. ä. nach wie vor nach politischen Bezirken erfolgen, was auch noch immer möglich ist. Im übrigen verlangen auch diese Stellen von den Pflanzenschutzämtern sowieso gesonderte Berichte, die häufig nach anderen als wissenschaftlichen Gesichtspunkten abgefaßt und oft auch für bestimmte Zwecke abgestimmt sein müssen.

Abb. 4.
Maikäferflug im 1. Jahr nach Schaltjahr. Entspr. Meldung nach Vorschlag (s. Text).
● Flug V, 5

Der Zweck meiner Ausführungen ist, Vorschläge zur besseren Berichterstattung zu machen und die Verwertung der Meldungen für wissenschaftliche Zwecke zu erleichtern. Wenn ich außerdem einen Hinweis zu geben suchte auf das Vorhandensein von ökologischen Zusammenhängen — was zwar bekannt ist, aber häufig übersehen wird — so tue ich das in dankbarem Gedenken an meinen Lehrer, Herrn Professor K. FRIEDERICHS, einem der „Altmeister" der angewandten Entomologie in Deutschland.

Literaturverzeichnis

BENICK, L., 1947: Über den Massenwechsel und die Verbreitung norddeutscher Käfer. Forsch. Geogr. Ges. u. d. Nat. hist. Museums Lübeck. S. 84—112.

BLUMENTHAL, C. W., 1953: Die Laufkäfer der Lüneburger Heide. Beitr. z. Naturkde. Nieders. 6, 14—24.

B R A., 1934: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1931. Mitt. d. BRA, Bln.-Dahlem, H. 48, S. 23.
Ermisch und Langer, 1936: Die Käfer des sächsischen Vogtlandes usw. Mitt. Vogtl. Ges. f. Naturf. *2*, H. 1 und *2*, *3*, H. 1.
Finke, 1938: Die Großschmetterlinge Südhannovers. Göttinger Ver. naturf. Freunde. Dr. Häntzschel und Co. (Sonderdruck.)
Friederichs, 1920: Untersuchungen über Simuliiden, Zeitschr. angew. Ent. *6*, S. 61—83, 161 ff.
— — 1922: Dass. Teil II, ebenda, *8*, 31—92.
— — 1930: Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Verl. Parey, Berlin. *1*, 57—59.
— — 1941: Wie kann die Vorkommensdichte einer Art zweckmäßig gestaffelt werden. Ent. Bl. *37*, 212.
Füge u. A., 1930: Die Schmetterlinge der weiteren Umgebung der Stadt Hannover. — Sonderveröff. d. Nat. Hist. Ges. z. Hannover.
Gersdorf, 1937: Ökologisch-faunistische Untersuchungen über die Carabiden der mecklenburgischen Landschaft. Zool. Jahrb. Abt. Syst. *70*, S. 17—86.
Gersdorf und Kunze, 1948: Künstliche Salzstellen um Hannover als Fundstellen halobionter und halophiler Salzstellen. Beitr. Naturkde. Nieders. *1*, H. 4, S. 15—18.
Gross, 1950: Die Schmetterlinge der weiteren Umgebung der Stadt Hannover. Nachtrag. 99.—101. Jahresber. d. Nat. Hist. Ges. Hann. S. 183—221.
Hoffmeister, 1937: Die Klimakreise Niedersachsens. Verl. Stalling, Oldenburg.
Hoffmeister und Schnelle, 1945: Klimaatlas für Niedersachsen, Amt f. Landesplanung, Hannover.
Horion, 1941: Faunistik der deutschen Käfer. Band I, Adephaga. Verl. Goecke, Krefeld.
Lindroth, 1945: Die fennoskandischen Carabiden. Göteborgs kungl. Vetenskap och Vitterhets — Samhölles Handlingar. Sj. F. Ser. B. Bd. 4, Nr. 1.
— — 1949: Ebendies, Ebenda, Ser. B. Bd. 4, Nr. 3.
Makolski, 1952: The family Carabidae in Wojciech Maczynski's collection. Fragm. Faun. Mus. Zool. Polonici. *4*, S. 207 ff. (Pol., engl. Summ.).
Morstatt, 1947: Pflanzenschutz in Theorie und Praxis. Deutsch. Zentralver. Berlin.
Sokolowski, 1926: Die Käfer des Niederelbegebietes und Schleswig-Holsteins. Verh. Ver. naturw. Heimatf. Hamburg. *18*.
Thalenhorst, 1952: Das Auftreten von Kiefernbuschhornblattwespen in Norddeutschland 1949. Zs. angew. Ent. *34*, 45—64.
Wagner, A. C. W., 1937: Die Stechimmen und Goldwespen des westlichen Norddeutschlands. Verh. Ver. naturw. Heimatf. *7*, S. 1 ff.
— — 1939: Verbreitungsgrenzen und Verbreitungswege der Stechimmen im westlichen Norddeutschland. — Ebenda *9*, 67—80.
Werth, 1927: Klima- u. Vegetationsgliederung in Deutschland. — Mitt. BRA. Bln.-Dahlem, H. 33.

Herrn Prof. Dr. Friederichs zum 75. Geburtstag

Aus dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, Abt. Holzschutz

Cerambyciden-Fraßbild von bemerkenswerter Form

Von

Günther Becker

Mit 6 Abbildungen

Cerambyciden-Larven fressen teils in der Rinden-Bast-Schicht, teils im Innern des Holzes. Die Arten der ersten Gruppe legen ihre Puppenwiege zum kleineren Teil ebenfalls im Kambialbereich an; die meisten dringen zur Verpuppung mehr oder weniger tief in das Holz ein. Dabei wendet sich der Fraßgang der erwachsenen Larven unmittelbar in das Holzinnere. Der Ausgang von der Puppenwiege zur Holz- oder Rindenoberfläche, der im allgemeinen den kürzesten Weg darstellt, wird manchmal vollständig vom fertigen Käfer genagt, häufiger aber schon von der verpuppungsreifen Larve vorgebildet, so daß der Käfer nur noch eine dünne Holzschicht oder die Rinde zu durchdringen hat.

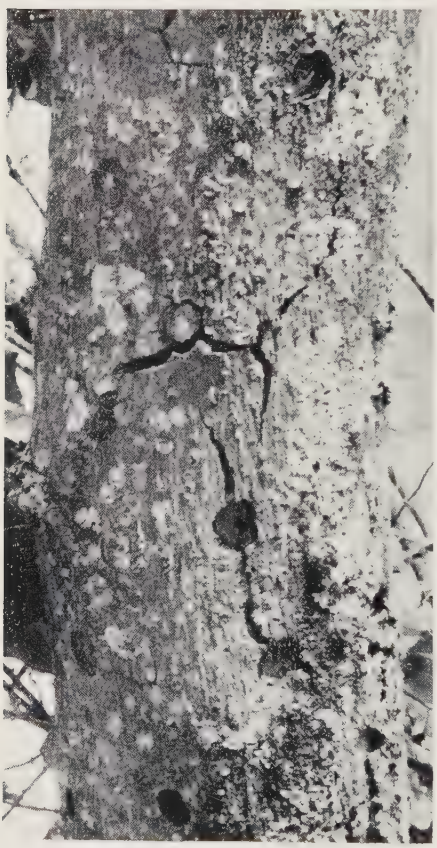


Abb. 1. Stamm von ***Spondias mombin*** L. mit Rindenlöchern von ≈ 3 cm Durchmesser, die durch ***Lagochirus araneiformis*** Sloane verursacht sind. (Aufn.: G. Becker)

Ein sehr eigenartiges Vorgehen der Larven bei der Anlage der Puppenwiegen haben H. Eidmann (1943) und H. Eidmann und M. Schlüter (1944) für *Batocera wyliei* Chevr. beschrieben. Dieser große, als Imago etwa 6 cm lange Bockkäfer frißt in Westafrika an Okumé (*Aucoumea klaineana* Pierre). Nach dem Ernährungsfraß unter der Rinde nagt die verpuppungsreife, bis fast 8 cm lange Larve ein annähernd kreisförmiges Rindenstück von ungefähr 10 cm Durchmesser aus, das abfällt. In der Mitte des Rindenloches befindet sich der mit groben Holzspänen verschlossene Eingang zur Puppenwiege im

Holzinnern. — Im Schrifttum konnten bisher ebensowenig wie von H. EIDMANN und M. SCHLÜTER, die dies ausdrücklich betonen, Angaben über eine entsprechende Fraßform anderer Cerambyciden-Arten gefunden werden.

Ein ganz ähnliches Verhalten der Larven vor der Verpuppung wurde nun bei einem kleineren Bockkäfer in Mittel-Amerika beobachtet. (Abb. 1.) Wegen der Eigenartigkeit und Seltenheit des Fraßbildes, das auch im Rahmen der Verhaltensforschung bei den Insekten interessiert, soll es näher beschrieben werden. Die Beobachtungen wurden im März—April 1952 während eines Aufenthaltes des Verf. in Guatemala gemacht.

Das bemerkenswerte Fraßbild wird von *Lagochirus araneiformis* Sloane[2]) hergestellt. Dieser zu den *Acanthocini* gehörige Bockkäfer wird — von Abweichungen abgesehen — 16 . . . 17 mm lang, ≈ 7 mm (in den Schultern) breit und hat Fühler von ungefähr doppelter Körperlänge bei den Männchen und knapp 1½facher Körperlänge bei den Weibchen. Die Käfer sind olivgrau bis bräunlich, unauffällig gefärbt und nur mit einigen durch braune Flecke und gelbliche Striche gebildeten Binden auf den Flügeldecken versehen. Erwähnenswert sind die dörnchenartigen Erhebungen auf den Flügeldecken, die durch schwarze, pinselartig zusammenstehende Haarborsten gebildet werden. Weitere Einzelheiten der Körperform und -zeichnung, die zu beschreiben nicht Aufgabe dieses Berichtes ist, gibt Abb. 2 wieder.

Abb. 2. *Lagochirus araneiformis* Sloane. Männchen (Haarbüschel zwischen dem 5. und 6. Fühlerglied)

Die Tiere wurden in Panajachél am großen Atitlán-See im vulkanischen Rückengebirge von Guatemala in 1580 m Höhe gefunden. Panajachél hat — in rauherer Bergumgebung liegend — ein subtropisches bis tropisches, sehr feuchtes Klima. In einem verwilderten Garten in unmittelbarer Nähe eines kleinen Flusses waren einige große Bäume von *Spondias mombin* L. (= *Spondias purpurea* L.), in Guatemala „Jocota" genannt[3]) — angeblich infolge einer früheren Überschwemmung des Flusses — abgestorben. *Spondias mombin* L., auch Circuela, Mombin-Pflaume oder Spanish plum genannt (BUKASOV), wird als Fruchtbaum angepflanzt. Die Art gehört zu den

[2]) Für die Artbestimmung sei auch an dieser Stelle Frau Dr. E. FRANZ-Frankfurt a. M. bestens gedankt.
Synonyma sind: *Cerambyx araneiformis* L., *Acanthoderus araneiformis* Jacq.-Duval und *Lagocheirus araneiformis* Bates 1872. Der Gattungsname *Lagochirus* wurde 1847 von ERICHSON gegeben.

[3]) Nach Angabe von Herrn F. CARRANZA-Guatemala.

Anacardiaceae. In Bastschicht und Rinde dieser Bäume hatte sich *Lagochirus araneiformis* in großer Zahl entwickelt. Das Tier ist nach H. W. BATES (1879—1886) eine in Guatemala häufige Art. Ihr Verbreitungsgebiet reicht von Mexico bis zum Amazonas-Raum. Sie kommt sowohl auf den westindischen Inseln wie auch auf Tahiti und den Sandwich-Inseln in der Südsee vor und scheint in zahlreichen Holzarten zu leben.

Am 12. März 1951 wurden fertige Käfer, Puppen und verpuppungsreife Larven im Holz gefunden. Diese Larven waren 20 ... 24 mm lang. Die Käfer verließen vom 22. März an ihre Puppenwiegen, obwohl sie in der Zwischenzeit in einem verhältnismäßig kühlen Raum bei 20 ... 24° C aufbewahrt worden waren. Die Art schwärmt also vor Beginn der Regenzeit, die in Guatemala erst Mitte bis Ende April beginnt, und damit früher als die meisten Cerambyciden des Landes. Die Käfer begannen in der Zeit von Sonnenuntergang bis zur einsetzenden Dunkelheit zwischen 18 und 18.30 Uhr zu fliegen (Raumtemperatur ≈ 22° C). Sie blieben während der Nacht in Bewegung und saßen während des Tages in Ruhe.

Die Larven von *Lagochirus araneiformis* fressen in der Kambialschicht und zernagen sowohl die inneren Rindenteile als auch die äußeren Holzteile mehrere Millimeter weit. Auf dem Holz entsteht ein Fraßbild, das beispielsweise dem von *Plagionotus arcuatus* L. oder von *Callidium violaceum* C. ähnelt. Das Bohrmehl enthält besonders zahlreiche lange und grobe Rinden- und Holzspäne. Es ist nicht sehr fest zusammengedrückt. Kotpartikel sind nur stellenweise gehäuft enthalten (Abb. 3). Die Kotpartikel älterer Larven sind holzfarben, etwa doppelt so lang wie dick und an den Enden mehr elliptisch als walzenförmig.

Abb. 3. Bohrmehlanhäufung der erwachsenen Larve von *Lagochirus araneiformis* Sloane unter der Rinde, Einbohrgang der Larve zur Puppenwiege und freier Platz darum unter dem Rindendeckel

Die abgestorbenen Bäume waren so dicht mit *Lagochirus*-Larven besetzt gewesen, daß die 7 bis 10 mm dicke Rinde des Stammes und der Äste ganz leicht in großen zusammenhängenden Flächen abgelöst werden konnte.

Zur Verpuppung — und zwar anscheinend erst dann — dringen die Larven in das Holz ein. Verpuppung in der Bastschicht wurde nicht beobachtet. Bevor sich die Larven in das Holz einbohren, nagen sie eine ringförmige Vertiefung in die Rinde ein, indem sie diese in ≈ 4 ... 5 mm Breite, ihrer Körperdicke entsprechend, bis dicht unter die Oberfläche fortnagen. An zahlreichen Stellen wird jeweils auch die Rindenoberfläche durchstoßen. Innerhalb des Bohrringes ist das Kambium völlig weggefressen und alles Bohrmehl beiseitegeschoben, so daß die ausgeschnittene Rindenscheibe über einem Hohlraum nur seitlich lose festhaftet. Die aus dem ringförmigen Kambialraum entfernten Nagespäne werden nestartig um die Öffnung herum zur Seite gedrückt (Abb. 3).

Danach suchen die Larven das Holzinnere auf. Ungefähr unter der Mitte der ausgenagten Rindendeckel führt ihr Bohrgang, im Querschnitt länglich-elliptisch von ≈ 4 mm × 9 ... 10 mm Abmessungen, in das Holz hinein (Abb. 3 und 5). Der Gang zur Puppenwiege hin ist nach außen mit groben Bohrspänen verstopft, die als Büschel etwas aus der Öffnung herausragen (Abb. 3 und 5).

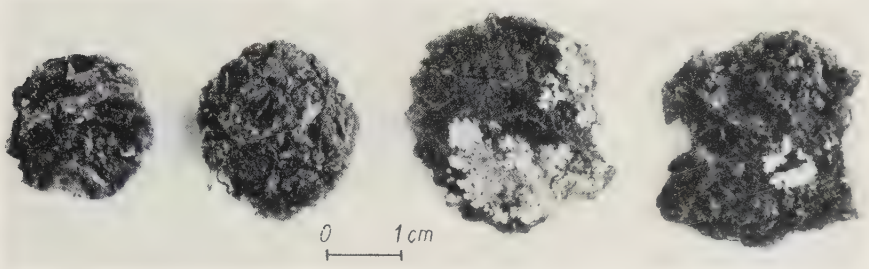


Abb. 4. Herausgefallene Rindendeckel (Außenseite) beim Fraß von *Lagochirus araneiformis* Sloane an *Spondias mombin* L. (Natürliche Größe)

Die von den Larven ausgeschnittenen Rindenscheibchen fallen wie Deckel über einer Öffnung heraus, teils schon vor dem Schlüpfen der Imagines, teils wohl von diesen ausgestoßen. Die Scheibchen sind rundlich bis elliptisch und je nach der örtlichen Rindenbeschaffenheit mehr oder weniger unregelmäßig geformt (Abb. 4). Anscheinend überwiegt bei dickeren Stämmen die runde, bei dünneren Ästen eine mehr elliptische Form. Der kleinste gemessene Durchmesser betrug ≈ 20 mm, der größte ≈ 35 mm; bei der am stärksten elliptischen Form, die festgestellt wurde, waren die Abmessungen 22 mm × 35 mm. Die ≈ 3 cm messenden rundlichen Löcher in der mehr oder weniger dicken Rinde fallen natürlich auf und sind eine ganz ungewöhnliche Erscheinung (Abb. 1).

Abb. 5. Einbohrloch der Larve zur Verpuppung und Käferflugloch von *Lagochirus araneiformis* Sloane unterhalb einer Rindenöffnung

Die im Anschluß an die „Deckel"-Ausnagung hergestellte Puppenwiege liegt teils nur 1 ... 2 cm unter der Rinde, teils tiefer im Holz; sie ist verhältnismäßig flach und hat ungefähr die doppelte Länge und Breite wie der Käfer. Bei einer Imago von 17 mm Länge und 8 mm Flügeldeckenbreite hatte beispielsweise die Puppenwiege die Abmessungen 34 mm × 17 mm × 4 mm.

Das Flugloch wird von der Imago selbst genagt. Soweit sich noch Puppen oder Käfer in den Puppenwiegen befanden, fehlten Käferausgänge; wo die Käfer das Holz verlassen hatten, gab es neben dem Einbohrloch der Larve stets einen davon getrennten Ausbohrgang des Imago (Abb. 5

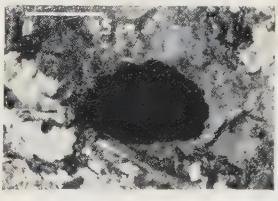


Abb. 6. Flugloch von *Lagochirus araneiformis* Sloane in der Rinde von *Spondias mombin* L.

und 6). Das Käferflugloch ist buprestidenähnlich, d. h. eine Bogenseite des ungleichmäßigen Ellipsoids ist flach, die andere stark gewölbt (Abb. 5 u. 6). Die Abmessungen der Fluglöcher sind meist 9 mm × 6 mm. (Die kleinsten messen 7 mm × 4 mm, die größten 10 mm × 6 mm). Ein Teil der Fluglöcher befindet sich dicht neben dem Einbohrloch der Larve innerhalb des von dieser vorgebildeten Rindenausschnittes (Abb. 5). Ein anderer Teil der Fluglöcher aber durchstößt die Rinde neben dem in ihr entstandenen oder nicht voll ausgebildeten Loch (Abb. 6). Der Rand der Fluglöcher in der Rinde verläuft meist etwas wellig.

Die kreisförmigen Rindenausschnitte, die H. EIDMANN und M. SCHLÜTER in Westafrika bei dem Cerambyciden *Batocera wyliei* Chevr. an Okumé entdeckt haben, sind ungefähr 10 cm breit, haben also den dreifachen Durchmesser wie die Öffnungen von *Lagochirus araneiformis* Sloane. Die Käferfluglöcher münden nach der Erinnerung von H. EIDMANN und M. SCHLÜTER (ihre Fraßstücksammlung ging verloren) außerhalb der Kreisscheibe. — M. SCHLÜTER hat in Westafrika an Mangrove (*Rhizophora mangle* L.) ein ähnliches Fraßbild wie bei *Batocera wyliei* beobachtet; die Rindenscheiben betrugen hier nur 4,4 cm im Durchmesser, waren also von einem anderen Käfer erzeugt, der nicht festgestellt werden konnte, aber auch für eine *Batocera*-Art gehalten wurde. — Für keine der in Indien vorkommenden *Batocera*- und anderen Cerambyciden-Arten haben C. F. C. BEESON und B. M. BHATIA ein ähnliches Fraßbild beschrieben.

Die Deutung des Sinnes dieser eigenartigen Fraßbilder bei den beiden westafrikanischen und dem mittelamerikanischen Cerambyciden ist schwierig. Gegen den Zweck einer Erleichterung des Käferschlüpfens spricht, daß auch bei der *Lagochirus*-Art aus Guatemala ein Teil der Fluglöcher außerhalb der von der Larve vorbereiteten Rindenöffnung mündet und die Käfer durchaus in der Lage sind, auch dickere Rinde zu durchnagen. H. EIDMANN und M. SCHLÜTER vermuten, die Kreisöffnung bei *Batocera* könne der Durchlüftung der Puppenwiege und der Verhütung von Verpilzungen, die im Bohrmehl unter der Rinde ihren Ausgang zu nehmen pflegen, dienen. Aber die übrigen der Hunderte von Bockkäfer-Arten kommen ohne eine derartige Hilfsmaßnahme aus. Die Erscheinung fehlt im ganzen gemäßigten Klimabereich. So muß bis auf weiteres das Ausschneiden einer deckelförmigen Rindenscheibe durch die verpuppungsreife Larve (ähnlich wie die Ausbildung der „Puppennester" der einheimischen *Rhagium*-Arten) als eine merkwürdige, in ihrer ökologischen Bedeutung unklare Lebenserscheinung angesehen werden, die bei wenigen einzelnen Arten von zwei verschiedenen Cerambyciden-Gattungen der *Lamiini* und der *Acanthocini* unabhängig voneinander im tropischen Afrika und im tropischen Amerika entstanden ist.

Das Einschneiden gewisser regelmäßiger Formen in die Rinde ist bei der Eiablage einiger Cerambyciden-Arten bekannt. Ausgeprägte Instinktleistungen sind bei Coleopteren-Imagines allgemein nicht ungewöhnlich. Die Bockkäfer-Larven vollbringen bei der Herstellung der verschiedenartigen Puppenwiegen ebenfalls eine bemerkenswerte Arbeit, der ein artgebundenes Instinktschema zugrunde liegt. Das Verhalten der Larven bei den afrikanischen *Batocera*-Arten und der mittelamerikanischen *Lagochirus*-Art aber stellt eine nicht nur unter den Cerambyciden-, sondern den gesamten

Käfer-Larven besonders hoch entwickelten Leistung dar, die trotz des Fehlens einer Zweckerklärung in der vergleichenden Biologie der Insekten beachtet zu werden verdient.

Literaturverzeichnis

Aurivillius: *Cerambycidae.* In: Junk-Schenkling, Coleopterorum Catalogus, Pars 73 (1923).

Bates, H. W.: *Longicornia.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. V, (1879—1886) 144—146, 383—385.

Beeson, C. F. C. und B. M. Bhatia: On the biology of the *Cerambycidae (Coleopt.).* Indian For. Rec. (N. S.) Entom. Vol. V, Nr. 1 (1939) 1—235.

Bukasov, S. M.: The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Columbia. Bull. appl. Botany, Genetics and Plant Breeding. Suppl. 47. Leningrad 1930.

Eidmann, H.: Successionen westafrikanischer Holzinsekten. Mitt. Akad. Dtsch. Forstwiss. 3 (1943) 240—271.

Eidmann, H. und M. Schlüter: Zur Kenntnis der Lebensweise von *Batocera wyliei* Chevr. *(Col. Cerambycidae),* eines Schädlings an Okumé. Z. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz 54 (1944) 177—189.

Herrn Professor Dr. Karl Friederichs zum 75. Geburtstag

Buprestidae (Col.) an *Pinus*-Arten in Guatemala

(1. Beitrag zur Forstentomologie Mittelamerikas)

Von

F. Schwerdtfeger, Göttingen

Mit 3 Abbildungen

Ein von Mai 1951 bis April 1952 währender Aufenthalt in Guatemala und zeitweise auch in Honduras gab Verfasser die Gelegenheit, mancherlei Beobachtungen über die Forstinsekten dieser Länder, besonders über die an und in *Pinus*-Arten lebenden, anzustellen. Sie sollen in zwangloser Folge als laufend numerierte Beiträge zur Forstentomologie Mittelamerikas veröffentlicht werden.

Eine allgemeine Einführung in die Geographie und die forstlichen Verhältnisse des Landes Guatemala, aus dem die hier mitgeteilten Beobachtungen über Buprestiden stammen, kann bei Becker (1951) nachgelesen werden.

Genus *Chalcophora* Sol.

Die beiden in Guatemala angetroffenen Arten entsprechen hinsichtlich des Aussehens der Imago und — wenn man dies aus den Fundorten der Käfer schließen darf — hinsichtlich der Lebensweise der Larven den allgemeinen Merkmalen der Gattung.

Chalcophora brasiliensis Obenb. (det. Obenberger, Prag). Ein Käfer, 32 mm lang und 11 mm breit, wurde in einem Außenbezirk von Guatemala-Ciudad in etwa 1500 m Höhe am Fußende eines stark von Termiten zerfressenen Lichtmastes aus Kiefernholz angetroffen; der nächste, parkartige Kiefernwald war einige hundert Meter entfernt. Nach Blackwelder ist die Art bisher nur aus Brasilien, nicht aber aus Mittelamerika bekannt. Obenberger (in litt.) nennt sie „eine recht seltene Art nördlichen Ursprungs", die meist auf abgebranntes Waldholz anfliege.

Das Exemplar befindet sich in der Zoologischen Staatssammlung in München.

Chalcophora virginiensis Drury (det. van Dyke, San Francisco). Der Käfer ist (nach Craighead) 23—33 mm lang und 8—10 mm breit. Ein Stück wurde von Becker im März 1951 in totem *Pinus*-Holz in der Sierra de Chuacús gefunden. Die Art ist weitverbreitet in den Ost- und Südstaaten Nordamerikas und brütet anscheinend in allen vorkommenden Kiefern. Nach Craighead und Doane et al. befällt sie geschwächte, sterbende und tote Stämme sowie gefälltes Holz und Stöcke; die Larven entwickeln sich im Holz und durchfressen es so vollständig, daß nur ein äußerer, unversehrter Holzmantel, angefüllt mit einer mehlartigen Masse, übrig bleibt. In gefälltem, nicht rechtzeitig abtransportiertem Holz kann der Schaden beträchtlich sein. Lebende Bäume werden von Wunden aus und an feuergeschädigten Stellen befallen. Blackwelder nennt die Art für Mexiko und mit dem Synonym *cupreomaculata* Goeze auch für Guatemala.

Eine weitere Art, *Chalcophora hondurasica* Csy., wird von Blackwelder für Honduras angegeben.

Genus *Chrysobothris* Esch.

Die artenreiche Gattung ist in Zentralamerika reich vertreten: BLACKWELDER nennt 23 Species für das mittelamerikanische Festland, darunter 12 namentlich für Guatemala. Viele, vielleicht die meisten dieser Arten dürften allerdings — wie auch in Nordamerika und in Europa — im Laubholz leben.

Chrysobothris spec., nahe *Chr. densa* Waterh. (det. VAN DYKE, San Francisco) wurde von BECKER an Rinde von *Pinus rudis* Endl. bei Quezaltenango in etwa 2500 m Höhe angetroffen. *Chrysobothris densa* Waterh. wird von BLACKWELDER für Mexiko und Zentralamerika aufgeführt.

Zur Gattung gehörende Larven fanden sich in großer Zahl in gefällten Stämmen von *Pinus rudis* in der Sierra María Tecúm in Höhen zwischen 3000 und 3200 m. Die Stämme waren im Frühjahr 1951 gefällt; ausgewachsene, 25—30 mm lange Larven fraßen im Oktober zwischen Rinde und Holz unregelmäßige, flache, fast ausschließlich in der Rinde verlaufende und in diese mit scharfen Kanten eingreifende Gänge, die mit meist braunem, oft zu Platten zusammengebackenem Bohrmehl gefüllt waren

Abb. 1. *Chrysobothris* - Larve mit Fraßgang und Bohrmehl aus gefällter *Pinus rudis*. Vergr. 2/1. Sierra María Tecúm, 3200 m. 9. 10. 1951

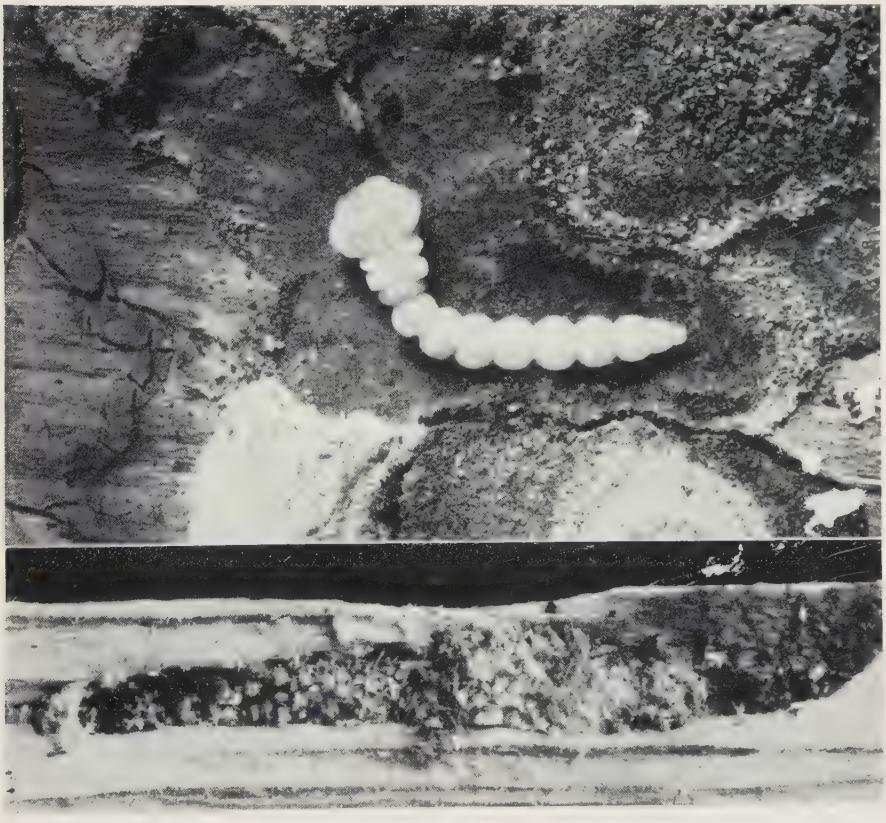


Abb. 2. Puppenwiege von *Chrysobothris* spec. oberflächlich im Holz einer *Pinus rudis*, die Puppe besetzt mit Milben. Vergr. 3/1. Sierra María Tecúm, 3200 m. 18. 1. 1952

(Abbildung 1). Wenige Wochen später waren Larven zur Verpuppung in das Holz eingedrungen; die Puppenwiegen, deren flachovaler, etwa 6 mm breiter Eingang fest mit weißem Bohrmehl verstopft war, lagen nur 5 bis 10 mm unter der Holzoberfläche und verliefen mit dieser parallel (Abbildung 2). Ende Oktober wurden in den Wiegen ausschließlich Larven, noch keine Puppen gefunden.

Der Versuch, die Larven zu Käfern aufzuziehen, mißglückte; so war es nicht möglich, die Art zu ermitteln.

Eine der zur Aufzucht mitgenommenen, in der Puppenwiege ruhenden Larven wurde später als Puppe tot und dicht besetzt mit Milben aufgefunden (Abbildung 2), welche H. KRCZAL, Erlangen, als *Pediculoides ventricosus* (Newp.) Berl. determinierte; es muß dahingestellt bleiben, ob die Milben die Todesursache waren.

Da die Larven nach den bisherigen Beobachtungen in liegenden Stämmen fast ausschließlich zwischen Rinde und Holz fressen und die Puppenwiegen nur ganz oberflächlich in das Holz eindringen, dürfte die Art nicht als schädlich anzusehen sein.

Genus *Agrilus* Curt.

Zahlreiche Species dieser ungemein artenreichen Gattung sind bereits aus Mittelamerika bekannt. BLACKWELDER führt 110 Arten für die Länder des zentralamerikanischen Festlandes an, davon 58 Arten speziell für Guatemala. Diese dürften allerdings — entsprechend den Verhältnissen in anderen Ländern — vorwiegend oder gar ausschließlich in Laubholz leben: sämtliche 9 von ESCHERICH für Mitteleuropa und alle 24 von DOANE et al. für Nordamerika genannten forstschädlichen Arten kommen an Laubhölzern vor. Das Auffinden einer in Nadelholz lebenden *Agrilus*-Art ist deshalb bemerkenswert:

Agrilus schwerdtfegeri n. spec. (det. OBENBERGER, Prag). Der Käfer besitzt den üblichen Habitus der Gattung, ist 4,1 bis 4,6 mm lang, sehr schlank, erzgrün-glänzend und hat vier helle Flecken auf den Flügeldecken.

Prof. OBENBERGER wird die neue Art beschreiben. Die Type befindet sich in der Zoologischen Staatssammlung in München, Cotypen besitzen Prof. OBENBERGER und der Verfasser.

Die Art wurde beobachtet bei Guatemala-Ciudad in etwa 1500 m Höhe an *Pinus tenuifolia* Benth. An der etwa 3 m hohen Kiefer war ein Seitenzweig abgebrochen, der noch mit dem Stämmchen in Verbindung stand, aber tot und trocken war. In ihm fanden sich Fraßgänge und Käfer bei Zweigdurchmessern zwischen 10 und 15 mm.

Das von den Larven erzeugte Fraßbild bestand anscheinend aus einem langen, geschlängelten Gang zwischen Rinde und Holz, der vorzugsweise in der Rinde verlief, das Holz nur schwach schürfte, seine Richtung um 180° änderte, zurückkehrte und schließlich in das Holz eindrang. Ob dieser zwischen Rinde und Holz beobachtete Fraß wirklich der Art zuzuschreiben ist, bleibt noch fraglich, da auf demselben Zweigstück zahlreiche Fraßgänge von Borkenkäfern waren, welche die Erkennung des Zusammenhanges der Gänge erschwerten. Sicher aber waren die im Holz beobachteten Fraßgänge von *Agrilus schwerdtfegeri* angefertigt, da an ihrem Ende der Käfer selbst gefunden wurde. Es waren lange, in der Längsrichtung des Zweiges verlaufende, mit weißem Bohrmehl dicht gefüllte, im Querschnitt ziemlich

kreisrunde Gänge, deren Durchmesser am Ende etwa 1 mm betrug. Ihr Endabschnitt diente als Puppenwiege, aus der sich der geschlüpfte Jungkäfer hinausnagt.

Ein frischgeschlüpfter, noch in der Puppenwiege befindlicher Jungkäfer wurde beim Aufspalten eines Zweigstückes in der Stellung, wie Abbildung 3 zeigt, gefunden. Der als Wiege dienende letzte Teil des Larvenganges war bis etwa 1 mm an die Holzoberfläche herangeführt; an seinem Ende war ein kurzes Gangstück mit kleinerem Durchmesser genagt, das mit Bohrmehl verstopft war. Der Käfer lag mit dem Kopf dem Gangende und der Holzoberfläche zugewandt. Hinter ihm, an das Bohrmehl gepreßt, welches den übrigen Gang ausfüllte, lagen die letzte Larven- und die Puppenhaut.

Abb. 3. Jungkäfer von *Agrilus schwerdtfegeri* Obenb. in der Puppenwiege. In *Pinus tenuifolia*. Vergr. 7/1. Bei Guatemala Ciudad, 1500 m. 27. 7. 1951

Das Ausfliegen der Jungkäfer aus den eingesammelten Zweigstücken erfolgte zwischen dem 30. August und 3. September 1951. Die im Zimmer ausgekommenen Käfer flogen um die Mittagszeit an das Fenster.

Nach dem Fund scheint die Art sekundär und ihre forstliche Bedeutung gering zu sein; doch läßt die einzige bisher gemachte Beobachtung naturgemäß kein abschließendes Urteil zu.

Literaturverzeichnis

Becker, G., Insektensuccession der absterbenden und toten Kiefern in Guatemala. Unveröffentlichter Bericht.

— — Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Z. angew. Entomologie 33, 1951, 186—209.

Blackwelder, R. E., Checklist of the Coleopterous Insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. Part. 2. Washington 1944.

Craighead, F. C., Insect Enemies of Eastern Forests. Washington 1950.

Doane, R. W., van Dyke, E. C., Chamberlin, W. J. and Burke, H. E., Forest Insects. New York and London 1936.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 2. Band. Berlin 1923.

Herrn Professor Dr. KARL FRIEDERICHS zum 75. Geburtstage gewidmet

Aus der Abt. B der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Göttingen

Vergleichende Betrachtungen über den Massenwechsel der Kiefernbuschhornblattwespen

Von

WALTER THALENHORST

Mit 1 Abbildung

Die Kausalanalyse der Massenvermehrungen von Schadinsekten ist eines der dringlichsten Probleme der angewandten Entomologie. An Einzelarbeiten zu diesem Thema mangelt es ebensowenig wie an theoretischen Spekulationen (letzte Übersicht: SCHWERDTFEGER 1941); das hieraus zu gewinnende Bild weist jedoch noch große Lücken auf. Gradologische[1]) Untersuchungen an Großschädlingen der Wälder sind z. B. bisher mit wenigen Ausnahmen (u. a. FRIEDERICHS und seine Schüler) nur auf dem Höhepunkt oder während des Zusammenbruchs von Massenvermehrungen durchgeführt worden; der Schlüssel zur Lösung des Massenwechsel-Problems kann jedoch nur dort gefunden werden, wo die Kurve einer Gradation den Impuls zu unaufhaltsamem Anstieg empfängt. Gerade in diesem Bereich tappen wir aber noch im Dunkeln.

Erschwert werden gradologische Arbeiten zudem noch durch die unübersehbare Zahl von Faktoren, die das Auf und Ab der Individuendichte steuern. Hier könnten sich jedoch neue Möglichkeiten in einer „vergleichenden Gradologie" eröffnen. Wie der Mathematiker *mehrerer* Gleichungen zur Lösung von Aufgaben mit *mehreren Unbekannten* bedarf, so kann die vergleichende Untersuchung der Populationsdynamik zweier oder gar mehrerer nahe verwandter Tierarten mit unterschiedlichem gradologischem Verhalten zur Trennung der Faktoren in solche führen, die beiderseits *gleiche* Reaktionen auslösen, und andere, welche die *Unterschiede* im Verhalten der Arten bedingen.

In der hier vorgelegten Studie soll versucht werden, diesen Möglichkeiten nachzugehen. Dabei muß von vornherein eingestanden werden, daß die Ausgangsbasis (in Gestalt des verfügbaren empirischen Materials) nur schmal ist. Selbst aus der als Objekt der Betrachtung gewählten Gruppe der Kiefernbuschhornblattwespen (*Hymenoptera Symphyta, Diprionidae*[2])), die auf gradologische Probleme hin wohl relativ am gründlichsten untersucht worden sind, tritt nur eine einzige Art (*Diprion pini* L.) hervor, deren Populationsdynamik in *mehreren* Fällen wenigstens während der letzten Phase der Gradation zusammenhängend verfolgt worden ist (SCHEDL

[1]) Gradologie: Lehre vom Massenwechsel. Gradationen: Massenvermehrungen.
[2]) Nomenklatur nach BENSON 1939.

1938, Besemer 1942, Thalenhorst 1942). Aus dem sonst in der Literatur niedergelegten Beobachtungsmaterial über das gradologische Verhalten anderer als Schädlinge wichtiger Arten (nächst *D. pini* an zweiter und dritter Stelle *Neodiprion sertifer* Geoffr. und *Diprion simile* Htg.; siehe Escherich 1942, S. 72 ff.; dazu Sturm 1942) lassen sich meist nur Bruchstücke gewinnen. In jüngster Zeit sind zwei Massenvermehrungen von *Gilpinia frutetorum* F. analysiert worden (Thalenhorst 1952 und 1953). Über die Populationsdynamik der hier noch nicht genannten ausgesprochen *seltenen* Arten ist so gut wie nichts bekannt; sie haben bisher, nicht zuletzt wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutungslosigkeit, wenig Interesse gefunden, und nur Sturm hat eingehendere Untersuchungen an einigen von ihnen angestellt.

In dieser Situation ist eine „vergleichende Gradologie" der Kiefernbuschhornblattwespen, die einigen Anspruch auf Abgeschlossenheit erheben könnte, noch ein Zukunftstraum. Es erscheint mir trotzdem angebracht, einen ersten Schritt auf dem hier aufgezeigten Wege zu wagen, wenn man sich nur dessen bewußt bleibt, daß die aus meist nur wenigen Beobachtungen zu ziehenden Schlüsse vorderhand noch auf schwachen Füßen stehen. Es soll damit in aller Unzulänglichkeit des Beispiels eine *Anregung* gegeben werden, die sich vielleicht bei einem Weiterschreiten in der eingeschlagenen Richtung als fruchtbar erweisen wird.

Zudem zeigen sich schon jetzt bei Durchsicht des Materials deutliche Unterschiede im gradologischen Verhalten auch der häufiger auftretenden Kiefern-Diprioninen, die zum Versuch einer Differentialanalyse ermutigen. Allerdings erscheint es vorerst ratsam, die Betrachtung — unbeschadet gelegentlicher Seitenblicke — im wesentlichen auf *Diprion pini* L. und *Gilpinia frutetorum* F. zu beschränken. Die rote Kiefernbuschhornblattwespe *Neodiprion sertifer* Geoffr. weicht schon in ihrer Phänologie (eine Generation im Jahr, Überwinterung als Ei) so sehr von *pini* und *frutetorum* (in Mitteleuropa in der Regel 2 Generationen, Überwinterung im Kokon) ab, daß ein ganz anderes Beziehungsgefüge zwischen ihr und den sie beeinflussenden Umweltfaktoren zu erwarten ist; ein Vergleich wäre damit von vornherein durch das Überwiegen des Unterschiedlichen belastet. *Diprion simile* Htg. ist wiederum noch nicht eingehend genug in seinem gradologischen Verhalten studiert worden; so soll auch diese Art nur gelegentlich herangezogen werden.

Unterschiede im gradologischen Verhalten der Blattwespen können als räumliche Differenzierungen oder als Unterschiede im zeitlichen Bild der Populationsschwankungen offenbar werden. Der Begriff „räumlich" ist hier sehr weit gefaßt: solche Differenzierungen können sich im großen in der geographischen Verbreitung der Arten, im kleinen in der spezifischen Bevorzugung bestimmter Altersklassen, Bonitäten oder Standorte der Kiefer zeigen. Zeitliche Unterschiede treten in Häufigkeit und Dauer der Massenvermehrungen bzw. im numerischen Verlauf der Populationsdichte-Kurven hervor. Dabei darf nicht übersehen werden, daß die Trennung in „räumlich" und „zeitlich" eine gewaltsame ist: wie jede Erscheinung des Lebens ist auch eine Insekten-Massenvermehrung ein raumzeitlicher Vorgang, und man muß von vornherein damit rechnen, daß (im weitesten Sinne) „räumliche" Gegebenheiten den Ablauf der zeitlichen Geschehnisse beeinflussen und umgekehrt.

Hier wäre jedoch zunächst noch eine andere Frage zu erörtern, die bereits in den Ursachenkomplex der Massenvermehrungen hinein greift, nämlich die: inwieweit die raumzeitliche „Gestalt" einer Gradation *artbedingt* oder *umweltbedingt* ist. Streng genommen resultiert der Massenwechsel einer Art aus der spezifischen *gegenseitigen* Reaktion zwischen ihr und ihrer ökologischen Umwelt[3]), ist also zugleich art- *und* umweltbedingt. Eine gedankliche Isolierung dieser Momente ist jedoch bis zu einem gewissen Grade eben bei einer vergleichenden Betrachtung insofern möglich, als artbedingte Unterschiede im gradologischen Verhalten zweier Spezies dann zu Tage treten, wenn beide im gleichen Biotop vorkommen. Eine Umweltbedingtheit zeigt sich darin, daß Gradationen einer und derselben Art in verschiedenen Biotopen bzw. unter wechselnden Konstellationen zeitbedingter Umweltfaktoren unterschiedlich ablaufen können.

Der soeben an letzter Stelle genannte Sachverhalt soll vorweg am Beispiel *Diprion pini* näher dargestellt werden. So gut sich aus dem Schrifttum ersehen läßt, weisen die genauer verfolgten Gradationen von *pini* auch in weiter voneinander getrennten Gebieten (Frische Nehrung, SCHEDL 1938; Niederlande, BESEMER 1942; Brandenburg, THALENHORST 1942) einheitliche Züge auf. Kennzeichnend ist u. a. der relativ schwache gradationshemmende Einfluß der während der Kokonruhe angreifenden Mortalitätsfaktoren (Parasiten, Räuber, Krankheiten): die von ihnen bewirkte Reduktion der Bevölkerung kann zwar ansehnliche Werte erreichen, ist jedoch zumeist nicht stark genug, um nicht durch die erneute Vermehrung der Wespe bei der Eiablage überwunden werden zu können. Das gleiche gilt in der Regel für die das letzte Larvenstadium erfassenden Krankheiten. In fast allen Fällen sind die *pini*-Kalamitäten dagegen durch eine Massenvermehrung von Eiparasiten beendet worden.

Dieser „typische"[4]) Verlauf kann durch die örtlichen Verhältnisse abgewandelt werden. So hat schon SCHEDL (l. c.) nachgewiesen, daß sowohl die Populationsdichte (Kokons) als auch die Beteiligung von Parasiten und Räubern an der Reduktion der Populationsziffern von Standort zu Standort und von Altersklasse zu Altersklasse unterschiedliche Werte annehmen kann. Im allgemeinen scheint dadurch das spezifische Bild des Gradationsablaufes wenigstens in seinen Grundzügen kaum verdeckt werden zu können; am ehesten wäre noch von einer mehr oder weniger starken Dämpfung der Amplitude der Populationsschwankungen zu sprechen. Ich möchte sogar so weit gehen, im gleichen Sinne auch noch diejenigen Fälle zu deuten, in denen (örtlich; z. B. in Randbezirken der Befallsgebiete, BESEMER 1942, S. 44) die Kalamität schon vor dem Eingreifen der Eiparasiten erstickt worden ist. Wenn SCHEDL wie BESEMER dabei ausdrücklich auf die regulierende Wirkung der *Räuber* (Vögel, Mäuse, Drahtwürmer, Ameisen) aufmerksam machen, so weist diese Tatsache auf eine Abhängigkeit des Gradationsablaufs von biocönotischen Gegebenheiten (Umweltbedingtheit) hin. Gerade die (meist polyphagen) Räuber gehören ja zu den sogenannten „unabhängigen Faktoren" (letzte Übersicht: VOÛTE 1943); d. h. ihre Popu-

[3]) Schärfer: ihrer „epidemiologischen Umwelt", nach FRIEDERICHS (1943, S. 159) = dem „Komplex der lebenswichtigen Beziehungen, die das Maß der Entfaltung des Lebens einer Art bestimmen." SCHWERDTFEGER (1941) nennt die Gesamtheit der Beziehungen zwischen der Art und dieser epidemiologischen Umwelt: das „Gradocoen".

[4]) „typisch" (entsprechend weiter unten „Gradationstyp"): im Sinne der „reinsten Ausprägung".

lationsdichte (und damit ihr Einfluß auf die Blattwespe) wird nicht so sehr durch das Vorkommen des Schädlings bestimmt wie durch zahlreiche andere Eigenheiten des Biotops. Im Gegensatz dazu sind wenigstens die wichtigsten Parasiten in ihrem Vorkommen mehr oder weniger streng an ihren Wirt gebunden („wandelbare Faktoren" nach Voûte).

So kann wohl die These aufgestellt werden, daß der Gradationstyp von *Diprion pini* am reinsten in biocönotisch armen Biotopen zutage tritt und sich hier im wesentlichen als Resultante des „artbedingten" Zusammenspiels zwischen der Blattwespe und den von ihr abhängigen Parasiten ergibt. (Wie weit auch die Wirtspflanze in diesen Komplex hinein gehört, soll später diskutiert werden.) In biocönotisch reichen Biotopen wird dieser artbedingte Gradationstyp je nach Vorkommen der biotopeigenen unabhängigen Hemmungsfaktoren von der einfachen Dämpfung der Populationsschwankungen bis (im Extrem) zur Verstümmelung modifiziert (Umweltbedingtheit).

Das Ineinandergreifen von artbedingten und umweltbedingten Momenten kann sogar recht abnorme Gradationsabläufe zeitigen. Einen solchen Fall hat Schimitschek (1941) registriert: Überliegen der im Frühjahr (als Imagines) fälligen Generation bis mindestens in den August hinein gab allem Anschein nach den Kokonparasiten die Gelegenheit zu einer starken Vermehrung mit dem Ergebnis, daß die diesen sonst so wenig wirksamen Feinden außergewöhnlich lange Zeit ausgesetzte Blattwespenpopulation praktisch ausgelöscht wurde. Die Ursachen eines solchen Überliegens sind trotz mannigfacher Bemühungen (s. Sturm 1942, S. 429 ff.) noch immer nicht bis ins letzte geklärt; auf Grund unserer derzeitigen Kenntnisse wird man jedoch behaupten dürfen, daß das Phänomen zwar in einer bestimmten spezifischen Reaktionsfähigkeit der Art gegenüber gewissen Umweltverhältnissen begründet ist, im einzelnen aber durch eben diese Umweltverhältnisse (wie vermutlich bestimmte Witterungskonstellationen während eines kritischen Entwicklungstadiums der Wespe) ausgelöst und in seinem Ausmaß bestimmt wird. Hier ist der Gradationsablauf also weniger durch raumgebundene als durch zeitgebundene Faktoren beeinflußt worden. Dabei sei ausdrücklich vermerkt, daß das angeführte Geschehnis einen Extremfall zeitbedingter Abwandlung des Gradationstyps darstellt; gerade im Überliegen zeigt sich *Diprion pini* nach den bisherigen Erfahrungen als derart labil, daß auch an einem und demselben Ort wohl kaum jemals eine Massenvermehrung dieses Schädlings in Dauer und Ablauf der anderen völlig gleicht (s. auch S. 177). Nicht zuletzt kann aber auch die Entwicklung der Eiparasiten durch die jeweilige Witterungskonstellation gehemmt oder gefördert werden oder kann — als ein weiteres Beispiel — die Entwicklung der zweiten Generation von *pini* so verzögert werden, daß die Larven Frühfrösten zum Opfer fallen (Näheres: Schedl 1938, S. 196 ff.; Besemer 1942, S. 49 ff.). Es hängt vom Ausmaß der Abweichungen der zeitbedingten Faktoren von der Norm ab, wie weit der „typische" Ablauf der Gradation von Fall zu Fall gestört wird.

Es gilt nunmehr zu untersuchen, worin und wie weit die anderen Diprioninen, insbesondere *Gilpinia frutetorum* F., in ihrem gradologischen Verhalten von *Diprion pini* abweichen. Die Kriterien sind, wie schon auf S. 169 angedeutet, räumlich in der geographischen Verbreitung bzw. in der

Biotopgebundenheit der Massenvermehrungen, zeitlich in ihrer Häufigkeit, ihrer Dauer und ihrem Verlauf zu suchen.

Aus den Angaben über die *geographische Verbreitung* der Massenvermehrungen von Kiefernbuschhornblattwespen (Einzelheiten: ESCHERICH 1942, S. 107 ff.) lassen sich kaum irgendwelche Schlüsse ziehen. Kalamitäten von *Diprion pini* haben sich in der Alten Welt innerhalb eines Raumes abgespielt, der nach der mir vorliegenden Literatur etwa durch die Eckpunkte Spanien (CEBALLOS Y ZARCO, 1952), Finnland und Kiew (ESCHERICH l. c.) gekennzeichnet wird. Mindestens ebensoweit ausgedehnt ist das Schadgebiet von *Neodiprion sertifer*. *Diprion simile* scheint die günstigsten Lebensbedingungen im Gebirge vorzufinden, ist aber auch im norddeutschen Flachlande hervorgetreten (z. B. STURM 1942). Massenvermehrungen von *Gilpinia frutetorum* sind aus Polen und von mehreren Stellen Norddeutschlands bis westlich der Weser gemeldet worden (KUNTZE 1935, HSIN 1936, THALENHORST 1952 und 1953). *D. simile*, *N. sertifer* und *G. frutetorum* haben überdies in der Neuen Welt Fuß gefaßt. Wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß das Massenwechselgebiet einer Art durch ihre Ansprüche an das Klima bestimmt wird, so muß man aus den vorstehenden Angaben auf eine ziemlich breite ökologische Valenz der Diprioninen in dieser Beziehung schließen, die kaum irgendwelche Unterschiede erkennen läßt. Damit soll nicht ausgeschlossen bleiben, daß nicht doch in Zukunft vergleichend-ökologische Untersuchungen, wie sie bisher nur über die Abhängigkeit der Lebensleistungen von *Diprion pini* von den abiotischen Umweltfaktoren durchgeführt worden sind (GÖSSWALD 1936), Hinweise auf subtilere klimatisch bedingte Differenzierungen der Massenwechselgebiete der Diprioninen erbringen.

Etwas deutlicher ausgeprägt ist die *Gebundenheit* des Massenauftretens der Wespen *an bestimmte Biotope*, deren Voraussetzungen schon oben (S. 170) für *Diprion pini* diskutiert worden sind. Allerdings ist auch hier wohl ein z. T. recht breiter Spielraum gegeben. *Diprion pini* tritt am stärksten auf schlechten Standorten und in etwa 60- bis 100jährigen Beständen auf; der Befall ist meist um so stärker, je lichter der Biotop ist (SCHEDL 1938, BESEMER 1942, THALENHORST 1942). Massenvermehrungen von *G. frutetorum* haben sich vorwiegend in Stangenhölzern abgespielt (ESCHERICH 1942, HSIN 1936, THALENHORST 1953, KRUEL in litt.); von der 1948/49 ausgebrochenen Kalamität sind jedoch verbreitet auch Althölzer betroffen worden (THALENHORST 1952). *Diprion simile* scheint eine ähnliche Stellung wie *frutetorum* einzunehmen. *N. sertifer* endlich findet die günstigsten Vermehrungsbedingungen in jüngeren Beständen bis zum Stangenholzalter und hat vielfach gerade in Dickungen beträchtlichen Schaden angerichtet (ESCHERICH 1942). Auch die Ursachen dieser Unterschiede bedürfen noch weiterer Klärung; die verfügbaren ökologischen und biocönologischen Beobachtungen sind noch zu spärlich, als daß mehr als ein Hinweis auf offene Probleme gegeben werden könnte. Ansatzpunkt für die weitere Betrachtung ist aber der Umstand, daß *D. pini* und *G. frutetorum* sich in der räumlichen Bedingtheit ihrer Gradationen in gewissem Grade decken, d. h. in vergleichbaren Biotopen (Kiefernalthölzern geringerer Bonität) zu Massenvermehrungen gelangen können: hiermit ist wenigstens für diese beiden Arten die Möglichkeit einer Ausscheidung spezifischer Eigenheiten im zeitlichen Ablauf der Massenvermehrungen gegeben.

In der *Häufigkeit* der Kalamitäten bestehen zwischen den Diprioninen-Arten offensichtlich große Unterschiede (s. ESCHERICH 1942). *Diprion pini* steht an weitaus erster Stelle. Ihm folgt in geringem Abstande *Neodiprion sertifer;* die übrigen Arten sind aber bisher entweder gar nicht oder doch nur gelegentlich stärker in Erscheinung getreten. Die naheliegende Frage, ob sich diese Abstufung in Unterschieden der *Produktionskraft* widerspiegelt, kann zumindest nicht mit Sicherheit bejaht werden. Die Eiproduktion erreicht bei allen bisher daraufhin untersuchten Diprioninen Werte, deren spezifische Unterschiede — wenn solche überhaupt bestehen — in der individuellen bzw. umweltbedingten Streuung völlig verschwinden. Als Beleg lassen sich wohl am besten die Maxima der Eizahlen je Weibchen (als Ausdruck der spezifischen Produktionsmöglichkeit) anführen:

Diprion pini L.:	145	(THALENHORST 1941)
„ *simile* Htg.:	148	(STURM 1942)
Neodiprion sertifer Geoffr.:	122	(Zahlenunterlagen zu THALENHORST 1952)
Macrodiprion nemorale Ensl.:	110	(STURM 1942)
Gilpinia frutetorum F.:	122	(STURM 1942; in meinen Zuchten maximal 118)
„ *laricis* Jur.:	122	(STURM 1942)
„ *variegata* Htg.:	128	(STURM 1942)
„ *virens* Kl.:	122	(STURM 1942)

Die Werte beruhen z. T. auf Sektionen frisch geschlüpfter Weibchen, z. T. auf Auszählungen der von einem Tier abgelegten Eier. Da die Bildung der Eier in den Weibchen beim Schlüpfen so gut wie abgeschlossen ist und die Wespen ihren Vorrat meist bis auf einen geringen Rest ablegen, kann die sich ergebende kleine Differenz hier vernachlässigt bleiben. Ein absolutes Maß ist mit den aufgeführten Zahlen sowieso nicht gegeben.

Immerhin scheinen sich die maximalen Eizahlen von *Diprion pini* und *simile* aus dem sonst recht gleichmäßigen Niveau der Werte herauszuheben. Ob die Eiproduktion von *M. nemorale* besonders gering ist (Maximum in meinen eigenen Zuchten, Forstamt Miele 1949: 93 Eier; n = 24), bedürfte noch der Nachprüfung an einem reichhaltigeren Material.

Selbst wenn sich die Überlegenheit der beiden *Diprion*-Arten hinsichtlich ihrer Produktionskraft in weiteren Untersuchungen bestätigen sollte, so ist damit noch lange nicht gesagt, daß hierin ein für die Häufigkeit von Massenvermehrungen *entscheidender* Faktor gesehen werden könnte. Dem widerspricht ja schon, daß sich *pini* und *simile* untereinander gradologisch deutlich unterscheiden, und daß die ausgesprochen seltenen Diprioninen etwa einer so häufig auftretenden Art wie *sertifer* in ihrer Produktionsfähigkeit keineswegs nachstehen. Ganz abgesehen davon, daß in der Gradologie weniger die Maxima als die tatsächlich erreichten Durchschnittswerte von Belang sind, fragt es sich, ob solche doch relativ geringfügigen Unterschiede (20 % zwischen rund 150 Eiern bei *pini* und *simile* und rund 120 Eiern bei den übrigen Arten) nicht schon während des Ablaufes einer einzigen Generation durch den verstärkten Angriff der auf Schwankungen der Populationsdichte des Schädlings ansprechenden Mortalitätsfaktoren wieder ausgeglichen werden (s. auch S. 175). Man wird trotzdem gut tun, diesem Kapitel bei zukünftigen vergleichend-gradologischen Untersuchungen weitere Aufmerksamkeit zu schenken.

Das *Geschlechterverhältnis* der Diprioninen ist im allgemeinen sehr labil. Die einzige Ausnahme bildet, so weit bekannt, die an Fichte lebende *Gilpinia hercyniae* Htg., deren Weibchen auf parthenogenetischem Wege wiederum Weibchen erzeugen; Männchen sind bei ihr überaus selten. Bei den anderen Arten führt Parthenogenese zur Entstehung von Männchen. Überwiegen eines Geschlechts könnte also in der nächsten Generation wieder ausgeglichen werden. Diese Wechselbeziehung wird jedoch dadurch gestört, daß Männchen und Weibchen in unterschiedlich hohem Grade sowohl von Mortalitätsfaktoren betroffen werden als auch überliegen können. Eine Zusammenstellung der im Schrifttum zu findenden Angaben (auf deren Wiedergabe im einzelnen verzichtet werden soll) zeigt bei *allen* bisher näher untersuchten Arten fast ausnahmslos ein Überwiegen der Weibchen (in der Regel ♂♂ : ♀♀ = 1 : 1.5 bis 1 : 4; im Extrem bis 1 : 6). Spezifische Unterschiede liegen offenbar nicht vor; die Schwankungen sind zweifellos umweltbedingt. Freilich sind diese Daten nur während des Massenauftretens der Wespen gewonnen worden; es müßte geprüft werden, ob das Geschlechterverhältnis nicht bei geringerer Bevölkerungsdichte (wie schon SCHEDL, 1938, andeutet) ganz andere Werte annimmt.

Von der Seite der spezifischen Vermehrungspotenz her gesehen haben die Kiefernbuschhornblattwespen also, wenn man so sagen darf, von vornherein gleiche Chancen. Die Entscheidung über die Möglichkeit einer Massenvermehrung muß somit bei den Hemmungsfaktoren liegen, und zwar bei solchen, die — *wenn* sie wirksam werden — die Vermehrung von Anfang an bremsen und so das natürliche Gleichgewicht bei niedriger Populationsdichte des Schädlings erhalten. Setzt nun im gleichen Biotop die eine Art (etwa *Diprion pini)* immer wieder zu Massenvermehrungen an und verharrt dagegen eine andere hier ständig (oder doch höchstens mit geringen Schwankungen) auf einem niedrigen Populationsniveau, so muß dieser Gegensatz auf Unterschieden in der spezifischen Reaktion der Arten gegenüber den Faktoren einer und derselben Umwelt beruhen.

Man müßte sich mit dieser nicht gerade befriedigenden Feststellung begnügen und die Beantwortung der Frage, *welche* Faktoren nun eine solche Schlüsselstellung einnehmen, zukünftigen Untersuchungen überlassen, wenn nicht die in jüngster Zeit ausgebrochenen Massenvermehrungen der sonst so harmlosen *Gilpinia frutetorum* Erkenntnisse gebracht hätten, die der Lösung des gestellten Problems wenigstens einen Schritt näher zu führen scheinen.

Die ausgesprochene Neigung von *Diprion pini* zu Massenvermehrungen deutet an, daß das Gleichgewicht des von der Art und ihrer ökologischen Umwelt gebildeten „Ökosystems" (SOLOMON 1949) labil ist. Demgegenüber befinden sich die Ökosysteme von Arten, die diese Tendenz nicht zeigen, in einem stabilen Gleichgewicht. Das gilt grundsätzlich offenbar auch für *G. frutetorum; wenn* diese Spezies dennoch — selten — eine solche Massenvermehrung erfährt, so muß das sonst so stabile Gleichgewicht durch einen Impuls von ungewöhnlicher Qualität oder Quantität erschüttert worden sein.

Hier könnte ein Einwand erhoben werden. In den bisherigen Spekulationen über die Entstehung von Massenvermehrungen wird zumeist vorgerechnet, wie schon relativ geringfügige Verschiebungen der Fruchtbarkeit oder der Mortalität die Populationsdichte vor allem dann entscheidend beeinflussen können, wenn sie mehrere Generationen lang andauern. Es wäre also denkbar, daß die seltenen Massenvermehrungen von *G. frutetorum*

durch eine (freilich nur ausnahmsweise zustande kommende) Serie solcher einseitig gerichteter Abweichungen ausgelöst werden. Mir scheint bei diesem Gedankengang jedoch die Rolle des „Widerstandes der Umwelt" unterschätzt zu werden: gerade diejenigen Faktoren, die im Normalzustande das stabile Gleichgewicht aufrecht erhalten, dürften in ihrer Wirkungsintensität sehr schnell auf einen (zunächst doch nur langsamen) Anstieg der Populationsdichte ihres Wirkungsobjekts ansprechen (z. B. ENGEL 1942, S. 159 ff.) und so jede Zunahme der Fruchtbarkeit oder etwa den Ausfall nur eines Mortalitätsfaktors wieder kompensieren. So glaube ich nach allen bisherigen Erfahrungen annehmen zu dürfen, daß auch eine Wiederholung gleichgerichteter *schwacher* Impulse die Bevölkerungsdichte einer Art nie aus dem Variationsbereich hinaustragen kann, der der Vorstellung von einem stabilen dynamischen Gleichgewicht entspricht. Ob ein *labiles* Gleichgewicht nicht schon durch schwache Impulse erschüttert werden kann, ist allerdings eine andere Frage. (Näheres zur Problematik: SCHWERDTFEGER 1941.)

Es darf also wohl unterstellt werden, daß Massenvermehrungen einer so stabilen Art wie *G. frutetorum* durch Geschehnisse ausgelöst werden, die das Ökosystem gleichsam aus den Angeln heben und der Spezies einen solchen Vorsprung verschaffen, daß sie in ihrer Vermehrung den sie sonst einengenden Feinden förmlich „davonläuft"[5]). Eine solche Erschütterung des Gefüges kann nur durch den Fortfall eines mächtigen Hemmungsfaktors (*key factor;* SOLOMON 1949, S. 21) verursacht werden.

Die anläßlich eines Massenauftretens von *G. frutetorum* im Forstamt Diepholz (Hann.) 1951/52 durchgeführten Untersuchungen (THALENHORST 1953) ergaben, wenn auch noch nicht sichere Beweise, so doch gewichtige Indizien dafür, daß ein solcher Hemmungsfaktor *auf seiten der Wirtspflanze,* also der Kiefer, liegen kann. Die Beobachtungen müssen zwar noch durch weitere Experimente ergänzt werden, die den abzuleitenden Schlüssen erst endgültige Sicherheit verleihen könnten, es scheinen sich aber doch schon jetzt folgende Zusammenhänge abzuzeichnen:

Bekanntlich legen die Diprioninen-Weibchen ihre Eier — je nach der Spezies einzeln oder in Reihen — in einen von ihnen in die Kiefernnadel gesägten tiefen Schlitz ab (Einzelheiten: ESCHERICH 1942, S. 54 ff.). Das Ei quillt im Laufe seiner Entwicklung und nimmt dabei wahrscheinlich Wasser aus dem Nadelgewebe auf. Es ergibt sich damit ein ökologisches Bezugssystem zwischen ihm und dem Nadelgewebe mit seinen physiologischen Gegebenheiten, die schon ihrerseits wieder durch die Verwundung (das Sägen des Schlitzes) beeinflußt worden sind. Dieser Einfluß scheint besonders bei den in Reihe ablegenden Arten (z. B. *Diprion pini*) nicht gering zu sein, denn man wird annehmen dürfen, daß der Wasserhaushalt der Nadel durch einen langen Schlitz erheblich gestört wird. In der Natur kommt es freilich selten vor, daß mit Eiern besetzte Nadeln infolge der Verwundung vertrocknen und die Eier in ihnen absterben (STURM 1942 an *Diprion simile);* eine *zusätzliche* stärkere Beeinträchtigung des Wassernachschubs kann sich aber offenbar verhängnisvoll auswirken. So gelingt es im Laboratorium nur selten, Gelege von *Diprion pini* an abgeschnittenen (wenn auch sogar in Wasser gestellten) Kiefernzweigen bis zum Schlüpfen der Junglarven heranzuziehen. (Bei den die Eier einzeln ablegenden Fichtenbuschhornblattwespen führt diese Methode ohne Schwierigkeiten zum Ziel. Erfahrungen mit einzeln legenden Kiefern-Diprioninen, zu denen auch *G. frutetorum* gehört, liegen, so weit ich sehen kann, nicht vor).

[5]) Ich knüpfe damit an den von VOÛTE (1946) geprägten bildhaften Ausdruck *„escape phase"* an; SOLOMON (1949, S. 21) spricht in ähnlichem Zusammenhange von *„release"*.

Nach den jüngsten Beobachtungen (THALENHORST 1953) scheint aber auch die Harzproduktion der Kiefernnadeln eine vielleicht sogar entscheidende Rolle zu spielen. Im Forstamt Diepholz war die in Gang befindliche Massenvermehrung von *G. frutetorum* (nach mehrmonatigem Überliegen der Vorpuppen) allem Anschein nach dadurch zusammengebrochen, daß es den immer noch zahlreich im Bestande vorkommenden Weibchen nicht gelang, ihre Eier unterzubringen. Versuche mit eingebeutelten Tieren zeigten, daß die Kiefernnadeln z. T. schon auf das erste Ansägen so stark mit Harzfluß reagiert hatten, daß den Wespen die Fortsetzung dieses Geschäfts verleidet worden war. In anderen Fällen war der Embryo nach geglückter Eiablage förmlich ertrunken; leere Eitaschen, aus denen die Junglarven doch noch hatten schlüpfen können, waren voll flüssigen Harzes. Die Stärke der Harzproduktion hängt aber ihrerseits wieder in gewissem Grade von dem physiologischen Zustande des Baumes und damit indirekt von den Witterungs- und Bodenverhältnissen ab. So reagiert nach MÜNCH (1919) die Kiefer sehr rasch auf ein Defizit an Niederschlägen mit einem Absinken der Harzproduktion. Es konnte nun nachgewiesen werden (THALENHORST l. c.), daß Massenvermehrungen von *G. frutetorum* in zwei Fällen (Mecklenburg 1932, Nordwestdeutschland 1949) auf *mindestens ein* solches mehrmonatiges Niederschlags-Defizit gefolgt waren; im dritten Falle (Diepholz 1951) hatten offenbar standorts- bzw. bestandsgeschichtlich bedingte Umstände („Ackersterbe") eine der Massenvermehrung von *frutetorum* vorausgehende Störung des Wasserhaushalts der Kiefer hervorgerufen, nach deren Beseitigung (wohl durch ausreichende Niederschläge) die Kalamität dann in der geschilderten Weise zusammenbrach.

In diesem letzten Fall (Diepholz) könnte ein Widerspruch zu dem auf S. 175 über die notwendige Stärke des Impulses Gesagten darin gesehen werden, daß hier die Harzfähigkeit der Kiefer nicht (wie bei einem Niederschlags-Defizit) plötzlich, sondern allmählich abgesunken ist. Ein Ausweg zeigt sich wohl in der Annahme, daß die „escape phase" nach einer Art „Alles- oder Nichts-Gesetz" nicht nur bei sprunghaftem, sondern in gleicher Stärke auch bei langsamem Unterschreiten eines „Schwellenwertes" der Harzproduktion ausgelöst wird.

Damit liegt der Schluß nahe, daß diese Massenvermehrungen einer sonst kaum in Erscheinung tretenden Art durch den umweltbedingten Ausfall eines in der Harzproduktion der Nadel zur Wirkung kommenden Widerstandsmomentes wenn nicht verursacht, so doch ermöglicht worden sind — ungeachtet dessen, daß noch andere umweltbedingte Gegebenheiten diese Eruption begünstigt haben mögen.

Es ist wohl kaum ein Zufall, daß unter den Kiefern-Diprioninen gerade diejenigen Arten zu Massenvermehrungen neigen, die unterbrochene *(N. sertifer)* bzw. ununterbrochene *(D. pini* und *simile)* Eizeilen herstellen, d. h. die Nadel dabei sehr viel stärker verwunden als etwa *G. frutetorum*, die in sie jeweils nur ein Ei ablegt. Man wird vielleicht nicht fehlgehen in der Annahme, daß eine auf größere Länge oder an mehreren Stellen aufgesägte Kiefernnadel in ihrer „Abwehrleistung" (um die es sich ja, final gesehen, handelt) von vornherein stärker behindert ist, als eine solche, die nur eine einzige, etwa 2,5 mm lange Wunde erlitten hat. Damit bietet sich die Schlußfolgerung an, daß dem hier ins Blickfeld geratenen Hemmungsfaktor bzw. seinem Ausfall bei der Regulation des Massenwechsels der erstgenannten Blattwespenarten *(sertifer, pini, simile) keine* Schlüsselstellung zukommt. Nach dem vorher Gesagten könnte hier höchstens eine (gegenüber

frutetorum u. a.) *gegenläufige* Abhängigkeit gesucht werden insofern, als ein stärkeres Defizit an Niederschlägen die normale Entwicklung der Eier (durch Austrocknung) gerade beeinträchtigen könnte. Erfahrungen in dieser Hinsicht liegen jedoch nicht vor.

N. sertifer nimmt hierbei wieder insofern eine Sonderstellung ein, als diese Art ihr Eistadium so gut wie außerhalb der Vegetationsperiode (Oktober bis April) verbringt; SCHWERDTFEGER (1936) weist schon darauf hin, daß unter diesen Umständen die Gefahr einer Austrocknung der eibelegten Nadeln denkbar gering ist.

Bis zur endgültigen Klärung dieser Zusammenhänge kann die folgende Aussage nur als *Hypothese* gewertet werden: Das gradologische Verhalten der Kiefernbuschhornblattwespen hinsichtlich der *Häufigkeit* ihrer Massenvermehrungen wird wesentlich durch einen arteigenen Faktor (die Methode der Eiablage) bestimmt, der in einer spezifischen Reaktion mit den physiologischen Gegebenheiten (Turgeszenz und Harzfähigkeit) der Wirtspflanze steht, die ihrerseits wiederum durch die Umweltbedingungen beeinflußt werden.

Die im Schrifttum niedergelegten Angaben über die *Dauer* von Kalamitäten der Kiefernbuschhornblattwespen lassen sich nur bedingt auswerten, weil sie sich in der Regel auf größere Gebiete beziehen. Hierbei kann eine mehrjährige Dauer des Massenauftretens dadurch vorgetäuscht werden, daß die einzelnen Phasen der Gradation nicht an allen Stellen gleichzeitig durchlaufen werden, sondern in räumlicher Differenzierung gegeneinander verschoben sein können. So kann die Kalamität zur gleichen Zeit an einem Ort schon dem Zusammenbruch entgegen gehen, in nicht allzu weiter Entfernung aber noch im Anstieg begriffen sein (Beispiel für *Diprion pini*: THALENHORST 1942, S. 393 ff.). Allerdings liegen zuverlässige Hinweise darauf vor, daß wenigstens *pini*-Gradationen auch an einem und demselben Ort mit gewissen Schwankungen mehrere Jahre lang andauern können (z. B. BESEMER 1942, S. 30/31). Man mag auch hierin das Zeichen einer relativ breiten ökologischen Valenz sehen, die die Art befähigt, ungünstigen Umweltverhältnissen immer wieder gleichsam auszuweichen, und ESCHERICH (1942, S. 75) führt in diesem Zusammenhange sicher nicht zu Unrecht die Anpassungsfähigkeit von *D. pini* hinsichtlich der Generationsverhältnisse und insbesondere des Überliegens an. *G. frutetorum* ist in dieser Richtung noch zu wenig bekannt.

Vergleichbare Daten über den numerischen *Ablauf der Populationsbewegung* liegen für die letzten Phasen der Massenvermehrungen von *Diprion pini* L. und *Gilpinia frutetorum* F. in Kiefern-Althölzern vor (THALENHORST 1942 und 1952). Sie sind zu einem Diagramm (Abb. 1) zusammengestellt, in dem sich jeweils die Kurven für die letzte vor dem Zusammenbruch der Massenvermehrung *vollständig* durchlaufene Generation (Höhepunkt der Massenvermehrung) decken. Der Wunsch, das Bild durch Wiedergabe der intrazyklischen Populationsbewegungen[6]) vom Ausbruch bis zum Kulminationspunkt der Gradationen nach der Seite der Vergangenheit hin zu erweitern, konnte mangels der erforderlichen Unterlagen nicht befriedigt werden. Die über die Populationsdynamik von *Neodiprion*

[6]) Intrazyklische Populationsbewegung: Wechsel der Populationsdichte innerhalb einer Generation, im Gegensatz zum eigentlichen Massenwechsel = den Schwankungen der Populationsdichte von Generation zu Generation (SCHWERDTFEGER 1941, S. 255).

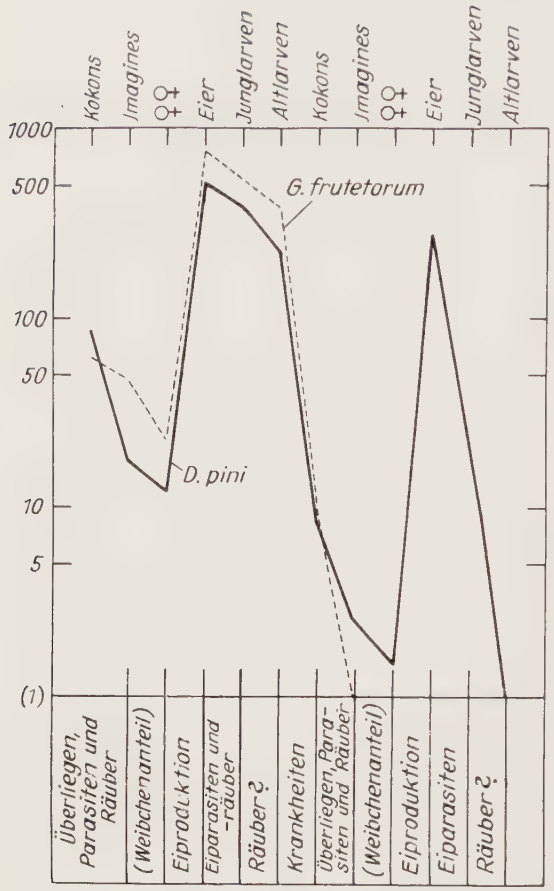


Abb. 1. Vergleich der Populationskurven von ***Diprion pini*** L. (Finowtal 1940) und ***Gilpinia frutetorum*** F. (Miele 1949). Abszisse: Entwicklungsstadien. Ordinate (in logarithmischem Maßstabe): Zahl der Individuen, bezogen auf den qm Bodenfläche. Y = (1) bedeutet hier: nur noch vereinzelt. Unter dem Diagramm: Ursachen der Populationsdichte-Veränderungen

sertifer Geoffr. vorhandenen Daten (THALENHORST 1952) waren wiederum zu lückenhaft, als daß sie mit Aussicht auf nähere Aufschlüsse dem Bilde hätten eingefügt werden können.

Obschon der Ablauf der intrazyklischen Populationsbewegungen (Ansteigen der Kurve durch die Eiablage; Absinken durch Einwirkung der Mortalitätsfaktoren bis zur Geschlechtsreife der Imago) bei allen Insektenarten mehr oder weniger deutlich die gleiche Tendenz zeigt, so ist doch die Parallelität der Kurven in Abb. 1 bis zu einem bestimmten Punkt besonders nach der quantitativen Seite hin frappant. Da auch die Ausgangspunkte (überwinternde Kokons pro qm) fast auf gleicher Höhe liegen, fühlt man sich versucht anzunehmen, daß auch die Populationskurven der jeweils vorhergehenden Generation von *pini* und *frutetorum* einander weitgehend decken würden.

Aus dieser Parallelität der in Abb. 1 dargestellten Kurven darf wohl zweierlei abgelesen werden:

1. Nach Ausfall des die Massenvermehrung von *G. frutetorum* hemmenden Faktors (Widerstand des Baumes durch Harzproduktion, s. o.) kann die maximal erreichbare Populationsdichte beider Arten oder — anders ausgedrückt — die Kapazität (nach SOLOMON 1949, S. 14) von Kiefernalthölzern geringer Bonität (wie sie in den Beispielssituationen befallen waren) für *D. pini* und *G. frutetorum* so gut wie gleich groß sein.

2. Unter der gleichen Voraussetzung können die intrazyklischen Populationsbewegungen beider Arten wenigstens in der vorletzten Phase der Gradation, vielleicht sogar schon früher, annähernd parallel verlaufen.

Charakteristisch sind die etwa gleiche Höhe der Eiproduktion, der schwache Populationsrückgang vom Ei- bis zum Altlarvenstadium und die einschneidende Dezimierung der Altlarven durch Krankheiten. Ich glaube jedoch, eine wenigstens annähernde Parallelität auch schon in der Abnahme der Populationen beider Arten während des Kokonstadiums der vorletzten Generation (Abstieg der Kurven am linken Rande der Abb. 1) im Hinblick darauf sehen zu dürfen, daß die vorhandenen Unterschiede bei der folgenden Vermehrung weitgehend wieder ausgeglichen werden.

Der Typus der Populationsbewegung zeigt sich hier also bis an die Grenze des Zusammenbruchs als — wenn man so sagen darf — *überspezifisch*. Damit soll nicht gesagt sein, daß nicht etwa bei näherer Prüfung doch während dieser Phase spezifische Unterschiede im Verhalten der Arten gegenüber der Umwelt zu finden wären; sie scheinen sich aber auf den numerischen Ablauf der Populationsbewegung zunächst kaum auszuwirken.

Solche Unterschiede können schon in räumlichen oder zeitlichen Gegebenheiten (z. B. Aufenthaltsort der Stadien, s. weiter unten; Phänologie, Entwicklungsgeschwindigkeit) bestehen. Auch treten den beiden Blattwespenarten nicht durchaus die gleichen Gegenspieler aus der belebten Umwelt gegenüber. Die in der Bodenstreu agierenden Parasiten und Räuber greifen zwar ziemlich wahllos die Kokons bzw. die darin befindlichen Vorpuppen der Diprioninen an; ein Unterschied (der später allerdings entscheidende Bedeutung gewinnt, s. u.) ergibt sich nur daraus, daß die erwachsenen Larven *beider* Generationen von *G. frutetorum* sich auf oder in der Bodenstreu einspinnen, die erste Generation von *D. pini* das Kokonstadium jedoch gewöhnlich im Kronenraum (an Nadeln, Zweigen, Ästen) verbringt und in der Regel *nur die zweite* Generation dieser Art (zur Überwinterung) den Boden aufsucht. Zunächst ist aber offenbar die Bedeutung der Sterblichkeit im Kokonstadium wenigstens in den Beispielsfällen noch nicht so groß gewesen, als daß solche Unterschiede den Ablauf der intrazyklischen Populationsbewegungen spürbar hätten beeinflussen können. Daß die wichtigsten Larvenparasiten (Ichneumoniden) von *D. pini* durch die *Exenterus*-Arten repräsentiert, diese bei *G. frutetorum* jedoch durch *Hypsantyx impressus* Grav. vertreten werden, dürfte wohl auch als spezifischer Unterschied gewertet werden können, dem jedoch gleichfalls kaum eine quantitative Bedeutung zuzumessen ist.

Die den Zusammenbruch der Massenvermehrung bedingenden Geschehnisse scheinen dagegen ausgesprochen artbestimmte Züge aufzuweisen. Die Krisis ist bei *Diprion pini* L. durch Eiparasiten, bei *Gilpinia frutetorum* F. durch Kokonparasiten hervorgerufen worden. Die Ursachen dieses Unterschiedes dürften wiederum in biologischen Eigentümlichkeiten der beiden Blattwespenarten begründet sein. Wie bereits erwähnt, spinnen sich die Larven beider Generationen von *G. frutetorum* teils oberflächlich, teils tiefer in der Bodenstreu ein. Die Erzwespe *Dahlbominus (Microplectron) fuscipennis* Zett., die für den Zusammenbruch der Massenvermehrung von *G. frutetorum* im Jahre 1949 verantwortlich war, ist nach den bisherigen Erfahrungen mehr oder weniger eng an die Bodenstreu als Lebensraum gebunden; ihre hohe Entwicklungsgeschwindigkeit befähigt sie, während der Vegetationsperiode *mehrere* Generationen zu durchlaufen. So bietet ihr *G. frutetorum* teils in Gestalt von (immer vorhandenen) Überliegern, insbesondere aber durch das Einspinnen auch der Sommergeneration in der Bodenstreu ausreichende Gelegenheit zu eigener Massenvermehrung, die dann diejenige ihres Wirts erstickt.

Wenn demgegenüber sich die Sommerlarven (1. Generation) von *D. pini* im Kronenraum einspinnen, so ist damit die räumliche und zeitliche Koinzidenz (s. THALENHORST 1950) zwischen dieser Art und der genannten Erzwespe (auch anderen Kokonparasiten) vorübergehend unterbunden mit dem Ergebnis, daß Massenvermehrungen von *D. pini* offenbar nur unter abnormen Bedingungen (bei langem Überliegen der gesamten Population, s. SCHIMITSCHEK 1941) durch Massenparasitierung der Kokons beendet werden können.

Schwerer zu erklären ist die Tatsache, daß die an die Diprioninen angepaßten Eiparasiten anscheinend nicht in der Lage sind, der Entwicklung von *G. frutetorum* Schritt zu halten. Hier kann nur als Verdacht ausge-

sprochen werden, daß den in Frage kommenden Schmarotzern (Erzwespen) ein Hemmungsfaktor entgegen steht, der vielleicht wieder in der Art der Eiablage von *frutetorum* begründet ist. Die Erzwespen können nur frisch abgelegte Eier parasitieren (BESEMER 1942, S. 77). Man könnte sich wohl vorstellen, daß die Möglichkeit zum Auffinden solcher frischen Eier durch die Einzelablage von *G. frutetorum* nicht so leicht gegeben ist wie durch die Reihenablage von *D. pini:* hier bedeutet doch praktisch jedes Auffinden *eines* frischen Geleges die Möglichkeit zur Parasitierung von etwa 10 bis 20 Eiern.

Dem hier gezeichneten Bilde sollen zur Abrundung noch einige Erfahrungen über die Populationsdynamik von *Neodiprion sertifer* Geoffr. eingefügt werden. Wie schon erwähnt, steht diese Art hinsichtlich ihrer Phänologie unter den europäischen Diprioninen an besonderer Stelle. Es ergeben sich — außer dem auf S. 177 Gesagten — folgende für die vergleichende Gradologie interessante Gesichtspunkte:

1. Die bivoltinen Eiparasiten sind phänologisch nicht an *N. sertifer* (univoltin) angepaßt. Sie können diese Art wohl im Wirtswechsel von anderen, am gleichen Ort und gleichzeitig vorkommenden Diprioninen her angreifen, nie jedoch — auf *sertifer* allein angewiesen — zu einer eigenen Massenvermehrung auflaufen.

2. Entsprechendes gilt für die plurivoltinen Kokonparasiten. Kokons von *N. sertifer* stehen ihnen zwar während des Sommers mehrere Monate lang (etwa Juli bis September) zur Verfügung, so daß sie sich in dieser Zeit nennenswert vermehren können (THALENHORST 1952); die Zeitspanne zwischen dem Schlüpfen der Blattwespen-Imagines und dem Erscheinen der Kokons der nächsten Generation (September bis Juni) ist jedoch so groß, daß sie nur entweder von Überliegern, durch Wirtswechsel oder bei stärkerem Überliegen des Wirts selbst überwunden werden kann.

3. Die wichtigsten Larvenparasiten von *N. sertifer* sind solche Arten, die gleichfalls nur eine Generation im Jahr durchlaufen und auch in ihrer Erscheinungszeit offenbar eng an diesen Wirt angepaßt sind (*Torocampus eques* Htg.; *Exenterus abruptorius* Thunb. = *cingulatorius* Holmgr.[7]) [*Hym., Ichn.*]). Bivoltine Arten müssen, wie die Eiparasiten, die zweite Generation in einer anderen Diprionine verbringen.

4. Unter den Altlarven ausbrechende Krankheiten dürften im wesentlichen die gleiche Rolle spielen wie bei *D. pini* und *G. frutetorum.* SCHWERDTFEGER (1936) führt den Zusammenbruch der Massenvermehrung von *sertifer* (Forstamt Waitze) auf das Auftreten einer solchen Seuche zurück; da Kokonsuchen damals nicht mehr durchgeführt worden sind, muß offen bleiben, ob nicht auch in diesem Falle (wie 1949 bei *frutetorum)* der *entscheidende* Kollaps erst im Kokonstadium erfolgt ist.

[7]) *E. abruptorius* Thunb. tritt als Parasit der an Fichte lebenden *Gilpinia polytoma* Htg. *zweimal* im Jahr auf (nach eigenen Zuchten und Fängen im Südharz). Es wäre nachzuprüfen, ob diese Art vielleicht in biologische Rassen mit unterschiedlicher Entwicklungsdauer zerfällt. Die Artgleichheit der aus *sertifer* und *polytoma* erzogenen bzw. im Südharz gefangenen Exemplare ist durch KERRICH (London) sichergestellt.

Ich betone abschließend nochmals, daß der hier unternommene Versuch einer vergleichend-gradologischen Betrachtung nur einen ersten Ansatz darstellen kann. Das auswertbare Material — in Gestalt der Ergebnisse von populationsanalytischen Untersuchungen — ist selbst bei einem relativ günstigen Objekt, wie es die Gruppe der Kiefernbuschhornblattwespen bildet, immer noch zu spärlich, als daß schon eine größere Übersicht gewonnen werden könnte. Man muß sich zunächst mit der Anfertigung von Skizzen begnügen, die aber doch vielleicht schon die Umrisse des endgültigen Bildes ahnen lassen.

Als Ertrag dieser ersten Untersuchung hat sich herausgestellt, *daß der Typus des Massenwechsels einer Insektenart weitgehend bestimmt werden kann durch spezifische biologische Eigentümlichkeiten,* die wiederum spezifische Reaktionen zwischen der Art und ihrer epidemiologischen Umwelt bedingen, damit also erst das spezifische „Gradocoen" aus der (weiteren) Umwelt herausprägen. Über den Rahmen des Themas hinaus scheint mir grundsätzlich auch ein neuer Ansatzpunkt der Frage nach der „Indifferenz"[8]) von Insektenarten gegeben zu sein. Wenn EIDMANN (1949) in diesem Zusammenhange die Bedeutung der „Reaktionsnorm" der Arten gegenüber den Klimafaktoren in den Vordergrund stellt (ohne freilich auch die anderen Seiten dieses Problems aus dem Auge zu verlieren), so kann man von diesem Blickpunkt aus doch wohl nur einige ganz bestimmte Fälle von Indifferenz deuten. Hier und da mag es sich bei näherer Betrachtung gleichfalls erweisen, daß (man möchte beinahe sagen „grobe") biologische Eigentümlichkeiten und ihre ökologischen Auswirkungen einer Vermehrung der betreffenden Art im Wege stehen und sie ständig auf einem niedrigen Populationsniveau halten.

Die Hoffnung, das Problem des Massenwechsels allein von der quantitativ-rechnerischen Seite her lösen zu können, erweist sich mehr und mehr als trügerisch. Ich habe an anderer Stelle (THALENHORST 1950) auseinandergesetzt, welchen Einfluß räumliche und zeitliche Gegebenheiten auf den Ablauf von Gradationen ausüben können. Auch in der hier vorgelegten Studie ist die gradologische Bedeutung *qualitativer* Momente in den Vordergrund getreten, die sich nicht in Zahlen ausdrücken und damit auch nicht unter starre Gesetzmäßigkeiten stellen lassen. Die Gradologie steht einer *lebendigen Mannigfaltigkeit* von Erscheinungen gegenüber und muß ihre nächste Aufgabe darin sehen, diese Mannigfaltigkeit zu ordnen. Die Methode der „vergleichenden Gradologie" mag ein Weg zur Erfüllung dieser Aufgabe sein.

Zusammenfassung

Die vergleichende Kausalanalyse der Populationsdynamik systematisch und ökologisch verwandter Insektenarten verspricht weitere Aufschlüsse über die Ursachen der Entstehung von Massenvermehrungen. Den sich auf diesem Wege ergebenden Möglichkeiten wird an Hand eines Beispiels (Kiefernbuschhornblattwespen) nachgegangen. Dabei lassen sich bis zu einem gewissen Grade artgebundene und umweltgebundene Voraussetzungen

[8]) Als „indifferent" werden solche Insektenarten bezeichnet, die — wirtschaftlich gesehen — weder schädlich noch nützlich sind bzw. — ökologisch gesehen — keine Massenvermehrungen zeigen; s. EIDMANN (1949).

für das Verhalten der Untersuchungsobjekte voneinander trennen. Eine entscheidende Rolle können bestimmte biologische Eigentümlichkeiten spielen, die ihrerseits spezifische gegenseitige Reaktionen zwischen den Arten und ihrer ökologischen Umwelt bedingen und dadurch gewisse, dieser Umwelt angehörige Hemmungsfaktoren ein- oder ausschalten.

Literaturverzeichnis

Benson, R. B., On the genera of the *Diprionidae (Hymenoptera Symphyta).* — Bull. Entom. Res., 30, 339—342 (1939).

Besemer, A. F. H., Die Verbreitung und Regulierung der *Diprion pini*-Kalamität in den Niederlanden in den Jahren 1938—1941. — Meded. Comité ter Bestudeering en Bestrijding van Insectenplagen in Bosschen, 106 S. (1942).

Ceballos G., y Zarco, E., Ensayo de lucha biológica contra una plaga de *Diprion pini* (L.) en masas de *Pinus silvestris*, de la Sierra de Albarracín. — Madrid, 38 S. (1952).

Eidmann, H., Das Problem der Indifferenz. Ein Beitrag zur Ökologie der Insekten. — Die Naturwiss., 36, 268—273 (1949).

Engel, H., Über die Populationsbewegung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) in verschiedenen Bestandstypen. — Z. angew. Entom., 29, 116—163 (1942.).

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. V. Berlin, 746 S. (1942).

Friederichs, K., Über den Begriff „Umwelt" in der Biologie. — Acta Biotheor., 7, 147—162 (1943).

Gösswald, K., Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. — Z. angew. Entom., 22, 331—348 (1936).

Hsin, C. S., Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. — Z. angew. Entom. 22, 253—294 (1936).

Kuntze, R., Notizen über einige einheimische *Lophyrus*-Arten *(Hym.).* — Publ. Soc. For. Pol., Ser. A, Mem. 4, 1—12 (1935).

Münch, E., Naturwissenschaftliche Grundlagen der Kiefernharznutzung. — Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch., 10, 140 S. (1919).

Schedl, K. E., Zur Blattwespen-Prognose. — Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss., 9, 192—241 (1938).

Schimitschek, E., Die Übervermehrung von *Diprion pini* L. im westslowakischen Kieferngebiet. — Z. f. Pflanzenkrankh., 51, 257—278 (1941).

Schwerdtfeger, F., Zur Kenntnis der roten Kiefernbuschhornblattwespe, *Diprion sertifer* Geoffr. *(Lophyrus rufus* Panz.). — Z. f. Pflanzenkrankh. 46, 513—534 (1936).

— — Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. — Z. angew. Entom., 28, 254—303, 1941.

Solomon, M. E., The natural control of animal populations. — Journ. Animal Ecol., 18, 1—35 (1949).

Sturm, H., Untersuchungen über Buschhornblattwespen *(Diprion).* — Z. angew. Entom., 29, 412—442, 601—635 (1942).

Thalenhorst, W., Der Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Diprion pini* L. und seine Ursachen. — Z. angew. Entom., 29, 367—411 (1942).

— — Die Koinzidenz als gradologisches Problem. Eine synökologische Studie. — Z. angew. Entom., 32, 1—48 (1950).

— — Das Auftreten von Kiefernbuschhornblattwespen in Norddeutschland 1949. — Z. angew. Entom., 34, 45—64 (1952).

— — Vorzeitiger Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Gilpinia frutetorum* F. *(Hym., Diprionidae).* — Anz. f. Schädlingsk., 26, 53—56 (1953).

Voûte, A. D., Classification of factors influencing the natural growth of a population of insects. — Acta Biotheor., 7, 99—116 (1943).

— — Regulation of the density of the insect-populations in virgin-forests and cultivated woods. — Arch. Néerland. Zool., 7, 435—470 (1946).

Anschrift des Verfassers: Dr. Walter Thalenhorst, Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, Abt. B, (20b) Göttingen, Königsallee 221/84.

K. Friederichs zum 75. Geburtstag gewidmet

Der Verlust einzelner Gliedmaßen in seiner Wirkung auf das Leben der Stabheuschrecken

Von

Hans-Alfred Kirchner

Bei Untersuchungen über den Einfluß der Umwelt auf das Leben und die Fruchtbarkeit der Stabheuschrecke *Carausius morosus* Br. konnte immer wieder beobachtet werden, daß bei Einengung des Lebensraumes einzelne Gliedmaßen abgebissen und so die Tiere verstümmelt wurden. Geschah dies in einem frühen Entwicklungsstadium, so wurden die Beine meist weitgehend regeneriert; gingen Gliedmaßen dagegen erst nach der 5. Häutung verloren, so fand im allgemeinen keine Regeneration mehr statt.

Da ungünstige Umweltsverhältnisse, Verlust einzelner Beine und geringere Eiproduktion fast regelmäßig zusammen beobachtet wurden, lag es nahe, die Wirkung von Beinverlusten bei Stabheuschrecken unter möglichst günstigen Lebensverhältnissen zu prüfen.

Versuche in dieser Richtung wurden in der Zeit vom April 1946 bis April 1947 durchgeführt.

In Glaskästen, wie sie bereits in früheren Versuchen Verwendung fanden (Kirchner 1938), wurden in jeweils 4 Parallelen Stabheuschrecken unter gleichen günstigen Lebensbedingungen gehalten.

Als Futter wurde nur Efeu, an gemeinsamer Futterstelle in jedem Kasten gereicht (Kirchner 1941). Während der Zeit vom Schlüpfen aus dem Ei bis zur 6. Häutung wurden die Tiere zu je 6 Exemplaren, während des Imaginalstadiums zu je 4 Tieren gemeinsam gehalten.

Wohnraum und Wohndichte waren so günstig gewählt, daß es während der gesamten Lebenszeit der Stabheuschrecken in den Vergleichszuchten nicht zum Verlust von Gliedmaßen kam.

Für den Versuch wurden den Stabheuschrecken zu verschiedenen Zeiten Beine entfernt. Es geschah dies in der Weise, daß mit Hilfe einer Pinzettenschere die zu amputierenden Beine an der Einlenkstelle am Körper abgeschnitten wurden. Die entfernten Gliedmaßen sowie verschieden große Regenerate von amputierten Tieren außerhalb des Versuches wurden zu Vergleichszwecken gewogen und gemessen und mit den jeweiligen Gewichten der Tiere in den einzelnen Entwicklungsstadien in Beziehung gesetzt.

Es wurden 1—3 Beine amputiert in der Reihenfolge rechtes Mittelbein, linkes Mittelbein, rechtes Hinterbein. Mit einer Ausnahme wurde stets nur 1 Bein zur Zeit entfernt und erst nach zwei Häutungen, d. h. nach begonnener Regeneration, das nächste Bein amputiert. So waren die Stabheuschrecken durch den Verlust von Beinen praktisch in ihrer Bewegungsfähigkeit nicht behindert. Die Futteraufnahme war stets normal.

Einfluß auf die Entwicklung

Jede Entfernung eines Beines verlängerte die Zeit bis zur nächsten Häutung im Vergleich zu den Zeiten bei nicht amputierten Tieren. Die Unterschiede waren fast stets statistisch gesichert. Der mittlere Fehler wurde in Klammern hinter jeder Zeitangabe aufgeführt.

Die nicht amputierten Tiere häuteten sich:

1. Häutung	nach	24,2	Tagen	(0,15)
2. „	„	17,9	„	(0,51)
3. „	„	15,6	„	(0,24)
4. „	„	19,6	„	(0,25)
5. „	„	14,0	„	(0,63)
6. „	„	17,0	„	(0,24)

Die Amputation eines Beines verlängerte die Zeit bis zur folgenden Häutung und verkürzte in den ersten 4 Häutungen die Zeit bis zur zweiten auf die Amputation folgenden Häutung. Dieser Ausgleich fand bei den letzten Häutungen nicht mehr statt.

erste Amputation nach	folgende Häutung	nächstfolgende Häutung
Schlüpfen aus dem Ei	1. Häutung nach 26,2 Tagen (0,24)	2. Häutung nach 17,2 Tagen (0,27)
der 1. Häutung	2. Häutung nach 19,0 Tagen (0,30)	3. Häutung nach 15,3 Tagen (0,10)
„ 2. „	3. Häutung nach 16,7 Tagen (0,26)	4. Häutung nach 19,2 Tagen (0,14)
„ 3. „	4. Häutung nach 23,0 Tagen (0,30)	5. Häutung nach 14,3 Tagen (0,33)
„ 4. „	5. Häutung nach 16,4 Tagen (0,68)	6. Häutung nach 17,6 Tagen (0,40)
„ 5. „	6. Häutung nach 18,0 Tagen (0,91)	

Wurde ein zweites Bein amputiert, so war die gleiche Zeitveränderung zu beobachten. Da die Amputation eines dritten oder vierten Beines erst kurz vor dem Erreichen des Imaginalstadiums erfolgte, konnte der Einfluß nicht mehr erfaßt werden.

zweite Amputation nach	folgende Häutung	nächstfolgende Häutung
der 2. Häutung	3. Häutung nach 18,8 Tagen (0,56)	4. Häutung nach 17,7 Tagen (0,48)
„ 3. „	4. Häutung nach 21,8 Tagen (0,45)	5. Häutung nach 14,1 Tagen (0,22)
„ 4. „	5. Häutung nach 16,5 Tagen (0,37)	6. Häutung nach 17,8 Tagen (0,40)
„ 5. „	6. Häutung nach 18,2 Tagen (0,81)	

Betrachtet man die Gesamtentwicklungszeit vom Schlüpfen aus dem Ei bis zur vollendeten 6. Häutung, so hatte die Amputation stets eine Verlängerung dieser Zeitspanne zur Folge.

Die letzte (6.) Häutung erfolgte bei nicht amputierten Tieren nach 108,2 Tagen (0,47), bei Tieren, denen 1—3 Beine während der Häutungszeit amputiert waren, nach 108,3 (0,50) bis 116,8 Tagen (1,30).

Auf die Länge und das Gewicht der Heuschrecken übte die Amputation, abgesehen von dem Fehlen des Gewichtes für das entfernte Bein, keinen besonderen Einfluß aus.

Die Länge der erwachsenen Tiere differierte gleichmäßig in allen Zuchten um einige Zehntel Millimeter und lag zwischen 80,2 und 81,9 mm. Auf Grund der früher ermittelten Beziehungen zwischen Länge und Gewicht (KIRCHNER 1940) wurde auf die Wägung aller Tiere verzichtet und nur einzelne Tiere zur Kontrolle gewogen. Das Gewicht unmittelbar nach der letzten Häutung wich nicht wesentlich von 576 mg ab.

Die Regeneration der während der Zeit der ersten vier Häutungen entfernten Gliedmaßen führte meist zur Herstellung eines vollständigen Beines, doch blieb es fast immer kleiner und schwächlicher.

Ein amputiertes Bein wurde durchschnittlich zu 85,5% regeneriert.

Zwei amputierte Beine wurden zu 54,4% ersetzt, und drei amputierte Beine wurden zu 54,3% ihrer ursprünglichen Größe neu gebildet.

Durch Wägung von regenerierten Gliedmaßen gleicher Größe aus Parallel- und Vergleichszuchten konnte das Gewicht der Regenerate ermittelt und mit dem Körpergewicht in Beziehung gesetzt werden.

Für die Regeneration eines Beines wurden durchschnittlich pro Tier 2,31% der Körpersubstanz benötigt; für die Regeneration von zwei Beinen 2,94% und für die Regeneration von drei Beinen 4,26%.

Einfluß auf die Fruchtbarkeit

Es soll hier nicht auf die Frage eingegangen werden, aus welchen Körperreserven das Material für die Eibildung und das für die Regenerationen zur Verfügung gestellt wird, sondern es sollen lediglich einige Beobachtungen mitgeteilt werden.

Von den nicht amputierten sechsbeinigen Stabheuschrecken wurden im Durchschnitt pro Tier 344,5 Eier im Laufe des Imaginallebens abgelegt. Diese außerordentlich hohe Eizahl zeigt, daß durchaus optimale Umweltsverhältnisse für die Stabheuschrecke geherrscht haben.

Nach Amputation eines Beines während der Häutungsperiode sank die Gesamtzahl je Tier auf durchschnittlich 327,8; nach Amputation von zwei Beinen auf 307,7 und nach Amputation von 3 Beinen auf 270,1.

Vergleicht man diese Zahlen mit dem Prozentsatz der zur Regeneration aufgewendeten Körpersubstanz, so scheint eine gewisse Beziehung nicht ausgeschlossen. Die Verhältnisse ändern sich aber, sobald man die Zahl der abgelegten Eier von solchen Tieren betrachtet, bei denen die Amputation so spät durchgeführt wurde, daß eine Regeneration nicht mehr erfolgen konnte.

Nach später Amputation eines Beines wurden durchschnittlich 292,9 Eier je Tier, nach später Amputation zweier Beine wurden durchschnittlich 321,0 Eier je Tier abgelegt.

Trotzdem der Körper kein Material für eine Regeneration zur Verfügung stellte, war die Eizahl geringer. Hierdurch wurde die Beobachtung, daß bei ungünstigen Wohnraumverhältnissen geringere Eizahl und Verlust einzelner Gliedmaßen gleichzeitig in Erscheinung treten, experimentell bestätigt. Es ließ sich eine gewisse Beziehung oder Abhängigkeit zwischen

Beinverlust und Eizahl auch unter sonst optimalen Lebensverhältnissen feststellen. Über den Mechanismus und das Zustandekommen können jedoch auf Grund der vorliegenden Versuche keinerlei Aussagen gemacht werden.

Die Zahl der durchschnittlich täglich abgelegten Eier betrug

bei Tieren ohne Beinverlust	1,56	Eier täglich
nach einer frühen Amputation	1,55	„ „
nach zwei frühen Amputationen	1,49	„ „
nach drei frühen Amputationen	1,24	„ „
nach einer späten Amputation	1,63	Eier täglich
nach zwei späten Amputationen	1,62	„ „

Der Prozentsatz der kleinen, entwicklungsunfähigen Eier war in allen Zuchten sehr gering und praktisch gleich. Zur Ermittlung des Eigewichts wurden je 525 Eier in 7 Raten zu den verschiedensten Zeiten der Eiablageperiode gewogen und der Durchschnitt errechnet.

	Eigewicht:	
Tiere ohne Beinverlust	5,61	mg
nach einer frühen Amputation	5,73	„
nach zwei frühen Amputationen	5,71	„
nach drei frühen Amputationen	5,72	„
nach einer späten Amputation	5,72	mg
nach zwei späten Amputationen	5,64	„

Die Zeit von der Eiablage bis zum Schlüpfen der ersten Larven betrug bei allen Zuchten einheitlich 97 Tage.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß auch unter günstigen Lebensbedingungen bei der Stabheuschrecke *Carausius morosus* Br. eine Herabsetzung der Eizahl und damit eine Verringerung der Fruchtbarkeit durch Verlust einzelner Gliedmaßen erreicht werden kann. Der Zeitpunkt des Verlustes eines oder mehrerer Beine ist hierbei von untergeordneter Bedeutung.

Auf die umfangreiche Literatur konnte im Rahmen dieser kleinen Mitteilung nicht eingegangen werden.

Nähere technische Angaben sind zu ersehen bei:

KIRCHNER, H.-A., 1938 Zeitschr. f. angew. Entomologie 1938, *25;* 1940 Zeitschr. f. angew. Entomologie 1940, *27;* 1941 Anz. f. Schädlkd. 1941, *17;* 1942 Anz. f. Schädlkd. 1942, *18*.

Aus der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Phytopathologisches Institut Naumburg (Saale)

Die Zwiebellaus, *Rhopalomyzus ascalonicus* (Doncaster), Vorkommen in Deutschland und Lebensweise

Von

Fritz P. Müller

Die von Doncaster (1946) unter dem Namen *Myzus ascalonius* beschriebene „shallot aphis" hat in England, wo die Art zuerst erkannt wurde, eine in Hinblick auf die späte Entdeckung große Beachtung gefunden. Denn sie ist einmal ein Direktschädling an Kulturpflanzen vor allem der Gattung *Allium,* zum anderen wurde sie als Überträger mehrerer Viren nachgewiesen. Inzwischen ist die Art in England sehr oft wiedergefunden worden und dort bereits 6 Jahre nach der Erstbeschreibung „general and very abundant" (Stroyan 1952). In den Niederlanden kommt sie ebenfalls häufig und mit gelegentlicher Schadwirkung vor, wie ich einer brieflichen Mitteilung von Herrn Dr. Hille Ris Lambers entnehme. Das dritte Land, in dem sie nachgewiesen wurde, ist Frankreich, wo sie Remaudière (1951) mehrere Male in den nördlichen und westlichen Landesteilen fand.

In Deutschland wurde sie erstmalig von mir festgestellt, und zwar am 3. Februar 1950 in einem Gewächshaus in Crimmitschau (Sachsen). Die Läuse waren dort in umfangreichen Kolonien an Schnittlauch *(Allium schoenoprasum)* sowie an jungen Trieben von *Chrysanthemum indicum* und *Asparagus sprengeri,* an den beiden letzteren Pflanzen mit *Myzodes persicae* (Sulz.) vermischt. Die Kolonien der Zwiebellaus enthielten fast ausschließlich ungeflügelte Tiere und deren Larven; Nymphen wurden ganz vereinzelt und erst nach längerem Suchen gefunden. Wenig später, am 24. Februar 1950, fand ich die Art noch in einem Gewächshaus in Zeitz (35 km südlich Leipzig) an *Chrysanthemum indicum.* Die jungen Triebe waren hier nur dünn besiedelt, vereinzelt wurden auch Nymphen angetroffen. Weiterhin konnte ich mehrere geflügelte *Rh. ascalonicus* feststellen inmitten zahlreicher geflügelter Blattläuse, die Herr Dr. Moericke Mitte Oktober 1950 mit seinen Gelbfallen in Bonn am Rhein erbeutet hatte. Als ich Mitte November 1951 einige an der Unterseite verlauste Blätter von *Pelargonium grandiflorum* aus einem Mistbeetkasten des Botanischen Gartens der Universität Jena erhielt, fand ich daran zwischen dichten Populationen der Blattlaus *Neomyzus circumflexus* (Buckt.) auch mehrere Larven der Zwiebellaus. Am 29. Januar 1952 erreichte mich eine Sendung lebender Blattläuse von Herrn Diplomlandwirt Schulz; es handelte sich dabei ausschließlich um die Art *Rh. ascalonicus,* die Läuse waren in Kleinmachnow bei Berlin durch zahlreiches Auftreten an *Calceolaria* aufgefallen. Die Zwiebellaus war somit in verhältnismäßig kurzer Zeit an fünf verschiedenen Stel-

len in Deutschland aufgefunden worden. Das läßt darauf schließen, daß sie nunmehr auch in Mitteleuropa nicht selten vorkommt.

Bei flüchtiger Betrachtung erinnert *Rh. ascalonicus* in der ungeflügelten wie in der geflügelten Form an die Virginogenia der Grünen Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (SULZ.), mit der sie eine große Zahl Futterpflanzen gemeinsam hat. Während die Körperlänge bei beiden Arten übereinstimmt, ist die Ungeflügelte von *Rh. ascalonicus* mehr breit-eiförmig und hat außerdem einen stärker gewölbten Rücken. Die Rückenzeichnung der Geflügelten entspricht etwa derjenigen von *M. persicae*. Ungeflügelte und Larven sind bleich bräunlichgrün, im allgemeinen heller als bei der grünen anholozyklisch lebenden Form der Grünen Pfirsichblattlaus; die apteren Erwachsenen haben auf dem Rücken häufig unregelmäßige dunkelgrüne Flecken. Bei beiden Arten sind die Siphonen keulenförmig verdickt, bei *Rh. ascalonicus* jedoch kürzer. Unterschiede in den Körperanhängen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Die Vergleichsangaben über *M. persicae* beziehen sich auf Ungeflügelte und Geflügelte der virginogenen Serie.

		Zwiebellaus, *Rhopalomyzus ascalonicus* (DONCASTER)	Grüne Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (SULZ.)
Ungeflügelte	Fühler	reichen bis zur Hinterleibsspitze oder darüber hinaus	reichen nur bis zu den Siphonen
	Beine	Tarsen und letztes Fünftel der Schienen stark gedunkelt	Beinenden nur wenig dunkler
	Siphonen	kürzer (0,53—0,65) als III. Fühlerglied, Länge 0,7 des Basisabstandes	fast immer länger (0,94—1,61) als III. Fühlerglied, Länge 0,8—0,9 des Basisabstandes
Geflügelte	Fühler	Hinterleibsspitze deutlich überragend, Nebenrhinarien auffallend groß, oft oval, zahlreich, Glied III: 7—53, IV: 0—33, V: 0—17, unregelmäßig verteilt	reichen bis zur Hinterleibsspitze oder wenig darüber hinaus, Nebenrhinarien nur an Glied III (7—15, meist 10—12) und in 1 Reihe angeordnet
	Beine	Schienen dunkel, an der Basis nur wenig heller	Schienen heller, nur im letzten Sechstel dunkel
	Siphonen	kürzer (0,38—0,43) als die Hälfte des III. Fühlergliedes, Länge 0,5—0,6 des Basisabstandes	länger (0,60—0,99) als die Hälfte des III. Fühlergliedes, Länge 0,7—0,8 des Basisabstandes

Auffallend ist die beträchtliche Variabilität der Anzahl der Nebenrhinarien. Bei dem untersuchten Tiermaterial, das meist Laborzuchten entstammte, hatten von Februar bis Mitte April entstandene Geflügelte die wenigsten Nebenrhinarien. In einer Zuchtpopulation fand ich Mitte April bei den Geflügelten an 32 untersuchten Fühlern 59 % der Glieder IV und 75 % der Glieder V ohne Nebenrhinarien, an Glied III schwankte deren Zahl zwischen 7 und 30, nur in einem Falle 41. Es handelte sich dabei um eine Zucht, die in einem ungeheizten Raum gehalten worden war. Von 3 Frühjahrspopulationen, die sämtlich in Warmhäusern zur Entwicklung gekommen waren, bildeten 2 ausschließlich Geflügelte mit hohen Rhinarienzahlen (III: 31—47, IV: 16—29, V: 7—14), während bei der dritten ähnliche Verhältnisse wie in der Kaltzucht beobachtet wurden. Die verringerte Zahl der Nebenrhinarien ist also offenbar nicht allein eine Folge niederer Temperaturen. Dagegen wird das Längenverhältnis der Geißel zur Basis

des Fühlergliedes VI sehr deutlich von der Zuchttemperatur beinflußt. Wie bei *M. persicae* haben Ungeflügelte und Geflügelte aus Populationen, die längere Zeit bei tieferen Temperaturen gehalten wurden, eine kürzere Fühlergeißel. Das Längenverhältnis Geißel zur Basis war bei den Geflügelten, die Mitte April aus der Kaltzucht entnommen worden waren, 2,3 bis 3,0, bei den Warmhausgeflügelten dagegen zu verschiedenen Jahreszeiten 3,1—3,9.

Börner (1951, 1952) hat die Zwiebellaus in die Gattung *Rhopalomyzus* Mordv. gestellt. Diese Einordnung ergab sich zunächst aus der Tatsache, daß bei der Art *ascalonicus* die larvale Bedornung der Hinterschienen und somit das für die Tribus *Myzini* Börner 1944 wesentliche Merkmal fehlt. Außerdem ist die Mittelbrustgabel der apteren Erwachsenen bei *Myzus* (Börner 1952) sitzend oder zweiteilig, bei der Zwiebellaus dagegen gestielt. Weitere Unterschiede im Sinne Börner's ergeben sich bei Betrachtung der Junglarven. Diese besitzen bei *Myzus* Pass. ebenso wie bei *Myzodes* Mordv. Fühler mit 5, bei der Zwiebellaus dagegen nur mit 4 Gliedern. Auf dem Rücken der Junglarven befinden sich Pleuralborsten bei *Myzus* und *Myzodes* vom 2. Thorakal- bis zum 4. Abdominalsegment, bei *Rh. ascalonicus* dagegen bis zum 5. Hinterleibsring (Börner 1930, 1951, 1952). Die in Mitteleuropa vorkommenden übrigen Arten der Gattung *Rhopalomyzus* leben als Virginogenien an Gräsern (Börner 1952). Da eine Anzahl der am meisten bevorzugten Wirtspflanzen der Zwiebellaus Monocotylen sind, kann zur morphologischen Übereinstimmung eine gewisse Parallele hinsichtlich der Wahl der Futterpflanzen gefunden werden.

Der Wirtspflanzenkreis der Zwiebellaus ist ein sehr großer. Bei den oben mitgeteilten Erstfunden in Deutschland konnten Futterpflanzen sehr verschiedener Familienzugehörigkeit festgestellt werden. In Frankreich beobachtete Remaudière Befall an *Cymbalaria cymbalaria, Cerastium* sp., *Veronica grandis* und *Ranunculus acer.* Dieses Bild wird noch ergänzt durch die Angaben, die aus England vorliegen. Dort fand Doncaster die polyphage Art an folgenden Pflanzen: *Allium ascalonium, A. cepa, Lactuca sativa, Brassica oleracea, Tulipa* sp., *Fragaria* sp., *Chrysanthemum* sp., *Aubrietia* sp., *Campanula* sp., *Cerastium* sp., *Aquilegia* sp., *Centranthus ruber, Stellaria media, Crepis biennis, Taraxacum officinale,* Stroyan (1950) u. a. an *Viola* sp. durch Blattrollung Schaden verursachend. Bei Doncaster und Kassanis (1946) werden, ebenfalls aus England, noch erwähnt: *Polygonum persicaria* und *Geranium sanguineum.*

Eigene Übertragungsversuche in den Jahren 1950 und 1951 zur Ermittlung der Besiedelungsfähigkeit verschiedener Pflanzen erstreckten sich zunächst auf Liliaceen und andere Monocotylen. Gartentulpe, *Tulipa silvestris,* Schnittlauch, Zwiebel und *Lilium martagon* wurden stärkstens befallen und schließlich getötet. Ebenfalls stärkere Vermehrung, jedoch mit geringerer Schadwirkung, beobachtete ich an *Allium scorodoprasum* und *Polygonatum multiflorum.* Nur geringe und vielfach nicht dauerhafte Besiedlung kam zustande an *Chlorophytum comosum, Convallaria majalis, Anthericum ramosum, Majanthemum bifolium, Iris pseudacorus* und *Zantedeschia aethiopica.* Nicht anzusiedeln war die Blattlaus trotz wiederholter Überführung auf *Tradescantia albiflora, Yucca* sp., *Narcissus poeticus.* In einem Gewächshaus, in dem *Chrysantheum indicum* von *Rh. ascalonicus* befallen war, konnte an dicht dabeistehenden *Narcissus pseudonarcissus* kein einziges Tier gefunden werden. Im Zusammenhang mit der Zucht-

haltung der Blattlaus wurde Spontanbesiedlung an *Poa annua* festgestellt. Dagegen verliefen Überführungsversuche an jungen Pflanzen von Mais, Hafer und Weizen völlig negativ. Von Dicotylen wurden *Stellaria media* und *Urtica urens* sehr gern angenommen; die Läuse vermehrten sich so stark, daß diese Pflanzen bald vertrockneten. *Chrysanthemum indicum, Euphorbia esula, Capsella bursa pastoris, Nicotiana tabacum, N. rustica, Rumex crispus, R. obtusifolius* und Chabaudnelke waren andauernd, aber weniger stark besiedelt. Auf *Ranunculus repens,* Zuckerrübe, Kartoffel und *Chenopodium album* setzte anfangs Vermehrung ein, die Pflanzen wurden aber nach 2—3 Wochen von den Läusen wieder verlassen. Es ist möglich, daß das letztere Versuchsergebnis durch zu hohe Temperaturen mitbestimmt wurde, denn *Ranunculus*-Arten sind in Frankreich (REMAUDIÈRE briefl.) und Kartoffel in den Niederlanden (HILLE RIS LAMBERS briefl.) im Freiland dauernd besiedelt. An *Geranium robertianum* waren zeitweise und vereinzelt Läuse zu beobachten. Tomate, *Hydrangea* und *Crassula arborescens* wurden als Nahrungspflanzen abgelehnt. Sämtliche Übertragungsversuche wurden im Gewächshaus durchgeführt.

Mit diesen Angaben ist aber nur ein sehr kleiner Teil des Wirtspflanzenkreises erfaßt. STROYAN (1950) betrachtet *Rh. ascalonicus* unter den Aphiden als "one of the most euryphagous of all economically important species, even outstripping in this respect such species as *M. persicae* (SULZER) and *Aphis fabae* SCOP.".

Das oben erwähnte Massenauftreten in den Crimmitschauer Gewächshäusern zeigt, daß *Rh. ascalonicus* auch in Mitteldeutschland gelegentlich als Schädling in Erscheinung treten kann. Von einem weiteren Schadensfall erhielt ich im Frühjahr 1952 Kenntnis. Im März des gleichen Jahres waren im Gewächshaus eines Naumburger Gartenbaubetriebes Schnittlauchpflanzen so stark verlaust — es kann sich dabei nur um *Rh. ascolonicus* gehandelt haben —, daß die Pflanzen zum Teil vertrockneten und Bekämpfung durchgeführt werden mußte. Ein Jahr später beobachtete ich, wie einige Schnittlauchpflanzen, die in einem Gewächshaus des Naumburger Institutes aufgestellt waren, von *Rh. ascalonicus* besiedelt wurden und als Folge starker Vermehrung der Läuse schließlich vertrockneten. In Anbetracht des weiten Wirtspflanzenkreises ist damit zu rechnen, daß die Blattlaus in Deutschland außer an *Allium*-Arten auch an anderen Pflanzen schädlich auftreten kann, zumal sie von HILLE RIS LAMBERS (briefliche Mitteilung) in den Niederlanden an *Fragaria* „kolossal schädlich" festgestellt wurde und auch STROYAN (1950) aus England über Schäden an verschiedenen, nicht näher bezeichneten Kulturpflanzen berichtet.

Es ergibt sich die Frage, weshalb eine durch Massenvorkommen und gelegentliches Schadauftreten auffallende Blattlaus wie *Rh. ascalonicus* nicht schon früher erkannt werden konnte. Zunächst besteht der Verdacht, daß ihr Auftreten bisher der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (SULZ.) zugeschrieben wurde. So vermerken schon DONCASTER und KASSANIS (1946) die bei oberflächlicher Betrachtung scheinbare Ähnlichkeit beider Arten. Aber auch dann, wenn man die beiden Arten eigentümliche Polyphagie in Betracht zieht, hätte *Rh. ascalonicus* dennoch frühzeitig durch ihr Massenauftreten an *Allium cepa* die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und von der anderen Art geschieden werden können, da die Zwiebel nicht von der Grünen Pfirsichblattlaus besiedelt wird. GILLETTE und TAYLOR (1908) teilen

mit, diese Pflanze sei gegen *M. persicae* „immun". Ich selbst habe die letztere Art auch in Deutschland niemals auf Zwiebel gefunden, und sämtliche Übertragungsversuche verliefen völlig negativ. Da die Zwiebel von keiner der übrigen einheimischen Blattlausarten bis zum Massenauftreten befallen wird, kann sie bei Sichtung der Angaben früherer Autoren geradezu als Indikatorpflanze für das Vorhandensein von *Rh. ascalonicus* angesprochen werden.

Mir ist aus der in Frage kommenden mitteleuropäischen Literatur vor Doncaster (1946) nur eine einzige Angabe über Blattlausauftreten an Zwiebel bekannt. Im Handbuch des gesamten Gemüsebaues von J. Becker-Dillingen (4. Aufl., 1943, S. 817) wird *Aphis dianthi* Schrk. als Schädling „auf Zwiebeln" erwähnt, und es werden sogar Spritzmaßnahmen empfohlen. *Aphis dianthi* Schrk. ist ein Synonym von *Myzodes persicae* (Sulz.). Börner (1952) gebraucht diesen Namen neuerdings für eine anholozyklisch lebende Form von *M. persicae*. Daß diese Art im vorliegenden Fall ausscheidet, wurde bereits oben dargelegt. Es wurde deshalb der Frage nachgegangen, ob vielleicht doch noch andere einheimische Blattläuse für den bei Becker-Dillingen erwähnten Schadensfall in Betracht kommen. Von den bei Patch (1938) an Zwiebel gemeldeten, auch in Mitteleuropa lebenden Blattlausarten kommt *Aphis* (= *Sitobium) avenae* F. als Ungeflügelte bei sehr flüchtiger Betrachtung im Aussehen der Grünen Pfirsichblattlaus am nächsten, wenn man von der dunkelbraunen Färbung der Siphonen und dem Fehlen der Stirnhöcker absieht. *Sitobium avenae* (F.) und *S. granarium* (Kirby) findet man in Mitteleuropa häufig an Gräsern. Beide Arten konnte ich jedoch ebenfalls nicht auf Zwiebel zur Ansiedlung bringen. Außer einigen kümmerlichen Einzelindividuen der letzteren Art und *Aphis fabae* Scop. fand auch Herr Dr. Hille Ris Lambers, der mir seine Blattlausbeobachtungen an Zwiebel freundlicherweise mitteilte, keine anderen Arten an Freiland-Zwiebeln. Die Kellerlaus, *Rhopalosiphoninus latysiphon* (Dav.), die von Schreier (1950) in einem Keller auf *Allium cepa* übertragen wurde und dort an der Zwiebel und an den Blättern „gesunde Populationen" entwickelte, muß ebenfalls ausscheiden, da sie außerhalb der Keller nur spärlich vorkommt, von der Grünen Pfirsichblattlaus und der Zwiebellaus durch die stark geschwollenen Siphonen sehr leicht unterscheidbar ist und außerdem vor 1943 in Deutschland noch unbekannt war. Erwartungsgemäß müssen deshalb andere einheimische Blattlausarten für die Becker-Dillingen'sche Schadensmeldung ausscheiden. Dennoch dürfte es sich dabei nicht um *Rh. ascalonicus* gehandelt haben, denn diese Art hätte aus den oben angegebenen Gründen schon viel früher erkannt werden müssen. Diese Auffassung vertritt auch Herr Dr. Hille Ris Lambers (briefliche Mitteilung). Die nachträgliche Überprüfung der Becker-Dillingen'schen Beobachtung, über die mir der Verfasser leider keine auswertbaren Einzelheiten mitteilen konnte, erbrachte somit keinen sicheren Hinweis, daß *Rh. ascalonicus* schon längere Zeit vor 1950 in Deutschland vorhanden war, und die Artzugehörigkeit dieser Aphiden muß vorerst ungeklärt bleiben.

Das plötzliche Auftreten der Zwiebellaus in den Jahren nach 1940 in England erweckt den Verdacht, daß es sich um eine eingeschleppte Art handelt. Frühere Entomologen haben sie in England offenbar niemals gefunden, denn Doncaster (briefliche Mitteilung) untersuchte das *M. persicae*-Material des Britischen Museums und fand dabei in den Sammlungs-

objekten, die vor 1940 eingetragen worden waren, keine Exemplare von *Rh. ascalonicus*. Ich möchte *Rh. ascalonicus* auch deshalb als eine Adventivform in unserer Fauna ansprechen, weil ich in einer mehr als dreijährigen Beobachtungszeit kein einziges parasitiertes Tier fand, während die im gleichen Gewächshaus vorkommenden übrigen Blattlausarten sehr häufig und manchmal zu hohem Prozentsatz von Hymenopteren parasitiert waren. Das erste Auftreten in Westeuropa führt zu der Vermutung, daß die Zwiebellaus in einen englischen Hafen eingeschleppt wurde und sich von dort vorwiegend in südlicher und östlicher Richtung ausgebreitet hat. Wenn dieses zutrifft, müßte die Art in ihrem noch unbekannten Ursprungsland zu den selteneren Aphiden gehören, es sei denn, daß sie aus einem Gebiet gekommen ist, das noch nicht genügend aphidologisch durchforscht ist. *Rh. ascalonicus* wäre nicht das erste Insekt, das erst durch Massenauftreten weit entfernt von seinem Ursprungsland der Erstbeschreibung zugänglich gemacht wurde, während es sich in seiner Heimat durch unauffälliges Vorkommen dieser entziehen konnte. FRIEDERICHS (1930) hat darauf hingewiesen, daß Übervermehrungen von Insekten als Folge der Einschleppung nicht allein durch die allgemeinen Biocönose-Faktoren zustande kommen, sondern daß daneben eine fremde, von der früheren stark abweichende Umwelt eine gesteigerte Vitalität auslösen kann. Hierfür bringt FRIEDERICHS Beispiele, an die der Fall von *Rh. ascalonicus* wahrscheinlich angeschlossen werden kann. Allerdings liegen bisher noch keine durch Beobachtungen begründete Hinweise auf das Ursprungsland vor. STROYAN (1950) meint: "The origin of this species remains unknown, and it seems as if it may remain so." BÖRNER (1952) schließt aus dem gehäuften Auftreten der Geflügelten im Frühjahr auf Herkunft aus dem östlichen Mittelmeergebiet oder Orient. Gegen diese Vermutung spricht die Lebensweise der Blattlaus, die mehr auf Anpassung an ein mildes, nicht zu warmes Seeklima hindeutet.

Seit dem Auffinden der Art habe ich vergeblich versucht, sie auch im Freiland nachzuweisen. Sogar in der Nähe des Gewächshauses, in dem die Blattlaus in Zucht gehalten wurde und außerdem dauernd auf den verschiedensten Pflanzen lebte, blieben Zwiebel, Schnittlauch, Porrée und andere Pflanzen unbefallen. Auch Angehörige des Pflanzenschutzdienstes haben trotz wiederholter Hinweise bisher noch kein Freilandauftreten von Blattläusen an Zwiebel und anderen *Allium*-Arten gemeldet. Obwohl die Beobachtungen infolge der kurzen Zeit, seitdem die Zwiebellaus in Deutschland nachgewiesen ist, noch recht lückenhaft sind, so lassen sie bei Berücksichtigung der Biologie dieser Blattlausart dennoch die Prognose zu, daß Schadauftreten hauptsächlich in Gewächshäusern und Lagerräumen, weniger aber im Freiland zu erwarten sind. Die Berechtigung zu dieser Annahme wird durch drei Eigentümlichkeiten in der Lebensweise der Zwiebellaus begründet: das Fehlen der Überwinterung im Eistadium, die Abhängigkeit der Entstehung größerer Mengen Geflügelter von extremen Umweltbedingungen und vor allem die Entwicklungshemmung bei langandauernder Sonnenbestrahlung.

Die Art lebt anholozyklisch. DONCASTER hat, obwohl er Tiere aus verschiedenen Gegenden Englands erhalten hatte, ebenso wie STROYAN und andere Aphidologen niemals Sexualformen gesehen. Solche waren auch in meinen Zuchten bei einer Beobachtungsdauer von mehr als drei Jahren

zu keiner Zeit festzustellen. In Gebieten, in denen niedere Temperaturen die Überwinterung im Freiland unmöglich machen, muß die kalte Jahreszeit in Gewächshäusern, Lagerräumen, Mieten, Kellern und anderen frostgeschützten Stellen überdauert werden. Dabei kann die Art in Gewächshäusern, aber auch in Lagerräumen zum Schädling werden. So meldet DONCASTER aus England einen Schadensfall an Schalotten *(Allium ascalonicum)* in einem Lagerraum während des Monats Dezember. Die Bedeutung der Gewächshausüberwinterung ergibt sich auch aus den Beobachtungen von REMAUDIÈRE bei der Auffindung der Zwiebellaus in Frankreich. Aus seinen Aufzeichnungen, die mir Herr Kollege REMAUDIÈRE freundlicherweise zur Verfügung stellte, ist ersichtlich, daß er die Art nur im Freiland gefunden hatte, und zwar am 3. Juni 1951 einige Aptere an *Ranunculus acer* bei Taussat (Gironde), vom 12. bis 17. Mai 1949 Kolonien an *Cymbalaria cymbalaria, Cerastium* sp. und *Veronica grandis* in Paris, am 13. November 1948 eine einzelne Geflügelte an *Rosa* sp. bei Bonneuil (Seine). Auf meinen Hinweis, daß die Art in Mitteldeutschland pflanzenbesiedelnd nur in Gewächshäusern, jedoch bisher nicht im Freiland zu finden war, teilte mir Herr REMAUDIÈRE mit, daß seine Pariser Tiere weniger als 100 m von einem Gewächshaus entfernt gesammelt worden waren und die bei Bonneuil gefundene Geflügelte ebenfalls aus einem weniger als 1 km entfernten Gewächshaus zugewandert sein konnte, während an der Fundstelle Taussat, in deren weiterem Umkreis keine Gewächshäuser vorhanden sind, infolge der klimatischen Bedingungen Freilandüberwinterung möglich erscheint. REMAUDIÈRE (briefliche Mitteilung) faßt die wahrscheinliche Art der Freilandverbreitung folgendermaßen zusammen: „*Rhopalomyzus ascalonicus* semble exiger un climat doux et ne paraît pas s'éloigner des serres dans les régions à climat plus continental." Dem kann nach den Beobachtungen in Mitteldeutschland voll zugestimmt werden.

Geflügelte entstehen nach den bisherigen Kenntnissen hauptsächlich vom Herbst bis zum Frühjahr. In meinen Zuchten des Jahres 1950, die im geheizten Gewächshaus gehalten wurden, zeigten sich die letzten Geflügelten nach Wintersende am 27. April. Danach enthielten die Kolonien nur ungeflügelte Tiere, bis sich am 1. August wieder die erste Geflügelte zeigte. In den folgenden Monaten traten gelegentlich, aber doch nur ganz vereinzelt Geflügelte auf. Auch in den Gewächshauszuchten der Jahre 1951 und 1952 beobachtete ich im Sommer (Mai bis August) keine, in den übrigen Monaten nur verhältnismäßig wenige Geflügelte. Englische und niederländische Freilandbeobachtungen erbrachten davon abweichende Ergebnisse. BROADBENT und DONCASTER (1947) fanden die geflügelten *Rh. ascalonicus* in ihren Blattlausfallen während der Monate Mai bis November mit größten Mengenanteil im Mai, und, etwas weniger zahlreich, im Oktober und November. Im Juni waren die Fänge noch verhältnismäßig umfangreich, zeigten aber ein deutliches Absinken gegen den Sommer; während der Monate Juli bis September fehlten die Geflügelten niemals in den Fallen, ihr Mengenanteil war jedoch auffallend gering. In den Niederlanden sind sie in den Fallen „von Mai bis Juli ganz häufig" (HILLE RIS LAMBERS, briefliche Mitteilung).

Diese Unterschiede lassen sich nur dadurch erklären, daß die Geflügeltenentstehung unter Gewächshausbedingungen vermindert wird. Die mengenmäßige Ausbildung der Geflügelten kann bei Blattläusen gesteuert

werden durch die Intensität der Belichtung und der Wärme, wie schon die Versuche von SHULL (1929) gezeigt haben. Danach ist vor allem der Wärme große Bedeutung beizumessen. Bei höherer Temperatur erhielt SHULL weniger Geflügelte. Daß die Temperatur bei der Zwiebellaus von besonders großem Einfluß ist, zeigte mir der folgende Versuch. Anfang Februar 1952 besetzte ich ausgekeimte Zwiebeln mit *Rh. ascalonicus* und stellte diese in einem ungeheizten Raum auf. Die Hälfte der Zuchten wurde dem normalen Tageslicht ausgesetzt, die übrigen vollständig abgedunkelt gehalten. In beiden Versuchsreihen entstanden gleichzeitig ab Ende März beträchtliche Mengen Geflügelte, deren Auftreten erst Ende Mai aufhörte. Unterschiede zwischen den belichteten und abgedunkelten Zuchten waren nicht zu erkennen. Dagegen zeigten sich im Warmhaus während der gleichen Zeit nur ganz vereinzelt geflügelte Tiere. Die Quellen für die sommerlichen Freilandgeflügelten dürften deshalb an kühlen Orten zu suchen sein, die während der heißen Jahreszeit offenbar bevorzugt werden. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Mitteilung von STROYAN (1950), nach der *Rh. ascalonicus* im Sommer eine verborgene Lebensweise führt und an etiolierten Trieben und anderen Pflanzenteilen lebt, die unter Steinen und anderen Verstecken liegen. Bei dieser Lebensweise kann ein völliges Fehlen im Freiland vorgetäuscht, die Entstehung von Geflügelten in den spärlichen verborgenen Kolonien jedoch begünstigt werden.

Der herbstliche Temperaturrückgang ermöglicht der Zwiebellaus auch an offenen Stellen verstärkte Ausbildung Geflügelter und damit deren erneute Zunahme in der Gesamtlandschaft. Der Freiland-Nachweis von Geflügelten im Herbst ergibt sich aus den Beobachtungen von BROADBENT und DONCASTER (1947) und REMAUDIÈRE (1951), aus den oben mitgeteilten MOERICKE'schen Gelbschalenfängen sowie aus einer Feststellung von Herrn Dr. BÖRNER, der in Naumburg Mitte November 1951 eine Anzahl Geflügelte an den Fenstern seiner im zweiten Stock gelegenen Wohnung erbeutete.

Es ist zu erwarten, daß die Menge der Frühjahrs- und Sommergeflügelten um so kleiner sein wird, je mehr das Klima kontinentalen Charakter trägt. Im Seeklima des westlichen Europas wird die anzunehmende Freilandüberwinterung den Massenwechsel der Blattlaus auch in bezug auf das stärkere Hervortreten der geflügelten Form beeinflussen, denn diese schafft im zeitigen Frühjahr, wenn die natürlichen Umweltbedingungen der Geflügeltenentstehung ganz besonders förderlich sind, im Freiland größere Ausgangspopulationen. Hieraus erklärt es sich wohl, daß in den Niederlanden (HILLE RIS LAMBERS, briefliche Mitteilung) die Kartoffel im Freien nach mildem Winter an den unteren Blättern schwach dauernd besiedelt ist. In Gebieten mit geringerem Auftreten sommerlicher Fliegen ist für die Zwiebellaus zunächst keine stark ins Gewicht fallende virusepidemiologische Bedeutung zu erwarten, wenn man von der Möglichkeit der Infektion von Zwiebeln und anderem Pflanzgut während des Winterlagers absieht. Eine erste Zusammenstellung von Pflanzenvirosen, deren Übertragung durch *Rh. ascalonicus* im Versuch nachgewiesen wurde, bringen DONCASTER und KASSANIS (1946). Diese Liste wurde erweitert durch HEINZE (1951), der für seine Übertragungsversuche Tiermaterial aus den Naumburger Zuchten erhalten hatte. Bei den in diesen Listen enthaltenen Kulturpflanzen (*Brassica*, *Beta*, Gurke, *Dahlia*, Kartoffel, Zwiebel) handelt es sich zum Teil um

solche, die schon während des Winterlagers oder im zeitigen Frühjahr virusinfiziert werden können, wobei auch die Mitwirkung ungeflügelter Tiere nicht zu unterschätzen ist. Die Läuse saugen selbst an Zwiebeln, die noch keine Spur von Austrieb aufweisen und vermögen an diesen starke Kolonien hervorzubringen.

Direkte und lang andauernde Sonnenbestrahlung hemmt die Entwicklung und die Vermehrung. Es wurden viel weniger Junglarven abgesetzt, wenn die Zuchten während des Sommers an einem sonnigen Platz standen, außerdem wanderten dann viele Tiere ab. In einem Falle wurden im Juli 1951 junge, von *Rh. ascalonicus* stark befallene Zwiebelpflanzen auf einem nach Südosten gelegenen Fensterbrett innerhalb von zwei Wochen fast völlig läusefrei. Nachdem die Pflanzen an eine schattige Stelle gebracht worden waren, stellte sich bald wieder dichter Befall ein. In diesem Zusammenhang wird es verständlich, daß schon Doncaster die Art „in nature" nur im Winter und Frühjahr fand. Auch ich konnte während des Sommers 1950 die Blattlaus in dem Gartenbaubetrieb in Crimmitschau, wo sie am Wintersende in den Gewächshäusern in stärkster Entfaltung vorhanden war, nicht wiederfinden. Es liegt deshalb nahe, den sommerlichen Rückgang in der natürlichen Umgebung auf die Zunahme der Sonnenbestrahlung zurückzuführen, außerdem, wie das häufige Freilandauftreten im westeuropäischen Seeklima zeigt, auf zu niedrige Luftfeuchtigkeit. Der jahreszeitliche Massenwechsel hat also gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen der gleichfalls anholozyklisch lebenden Arten *Rhopalosiphoninus latysiphon* (Dav.), Kellerlaus, und *Myzotoxoptera tulipaella* (Theob.). Die Ähnlichkeit in der Lebensweise mit den beiden letzten Arten ergibt sich, wenn man von der verschiedenen Wirtspflanzenbreite absieht, neben dem von Stroyan beobachteten Vorkommen in dunklen, vor Wärme, Trockenheit und Sonneneinstrahlung geschützten Verstecken auch aus der Tatsache, daß *Rh. ascalonicus* in England in Mieten an den jungen Blättern von Kohlrüben oft in beträchtlichen Massen gefunden wurde, während über das Auftreten in Kohlrübenfeldern über Sommer bis jetzt noch keine Funde vorliegen (Broadbent und Hull 1947, Broadbent, Cornford, Hull und Tinsley 1949).

Wie mir Herr Dr. Hille Ris Lambers mitteilte, haben er und Stroyan neuerdings festgestellt, daß in England eine weitere, ähnlich aussehende Art existiert. Die bisher in Mitteldeutschland gesammelten Tiere gehören jedoch zu der Art *ascalonicus* Doncaster. Dieses bestätigte mir Herr Dr. Hille Ris Lambers, nachdem er Material aus meinen Funden und Zuchten nach diesem neuen Gesichtspunkt untersucht hatte. Für seine Bemühungen bin ich ihm sehr dankbar.

Zusammenfassung

Rhopalomyzus ascalonicus (Doncaster) wurde im Februar 1950 erstmalig in Deutschland festgestellt. Die Blattlaus ist erst seit 1940 bekannt und offenbar von England, wo sie zuerst entdeckt wurde, nach Süden und Osten vorgedrungen. Ihre Herkunft ist noch unbekannt.

Die Art ist polyphag und in Deutschland schon schadenverursachend an Schnittlauch in Gewächshäusern aufgetreten.

Infolge der anholozyklischen Lebensweise ist in Mitteldeutschland Gewächshausüberwinterung die Regel, während in den maritimen Klimabezirken Westeuropas auch Überwinterung im Freien vorkommt.

Rh. ascalonicus wurde im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik bisher nur in Gewächshäusern, im Gegensatz zu Westeuropa noch nicht im Freiland gefunden.

Bei Berücksichtigung ihrer Lebensweise dürfte die Blattlaus in Mitteldeutschland, wo sie inzwischen an mehreren Orten gefunden wurde, hauptsächlich als Gewächshausschädling, außerdem durch Massenbefall an eingelagerten Zwiebeln in Erscheinung treten. Durch die Bevorzugung geschlossener Räume ergibt sich eine Begrenzung ihrer virusepidemiologischen Bedeutung.

Geflügelte wurden bis jetzt in Mitteldeutschland nur vom Herbst bis zum Frühjahr beobachtet. Sie entstanden bei Zuchthaltung in ungeheizten Räumen in großen Massen, während sie im Warmhaus zur gleichen Zeit nur vereinzelt auftraten.

Literaturverzeichnis

Becker-Dillingen, J., Handbuch des gesamten Gemüsebaues, 4. Aufl., Berlin 1943.

Börner, C., Beiträge zu einem neuen System der Blattläuse. Archiv f. klassifikatorische u. phylogenetische Entomologie *1*, 115—193, 1930.

— — *Aphidoidea*, Blattläuse. In: Brohmer, P., Fauna von Deutschland, 5. Aufl., 1944, S. 206—220.

— — Kleiner Beitrag zur Kenntnis von *Myzodes persicae* Sulzer. Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. *5 (31)*, 101—111, 1951.

— — Europae centralis Aphides. Die Blattläuse Mitteleuropas. Namen, Synonyme, Wirtspflanzen, Generationszyklen. Mitt. Thür. Botan. Ges., Beiheft 3, 1952.

Broadbent, L., und Doncaster, J. P., Alate aphids trapped in the British Isles 1942—1947. The Entomologist's Monthly Magazine *85*, 174—182, 1949.

Broadbent, L. und Hull, R., Aphides in root clamps. Agriculture *54*, 319—322, 1947.

Broadbent, L., Cornford, C. E., Hull, R. und Tinsley, T. W., Overwintering of aphids, especially *Myzus persicae* (Sulzer), in root clamps. Ann. appl. Biol. *36*, 513—524, 1949.

Doncaster, J. P., The shallot aphis, *Myzus ascalonicus* sp. n. *(Hempitera, Aphididae)*. Proc. R. ent. Soc. Lond. (Series B, Taxonomy) *15*, 27—31, 1946.

Doncaster, J. P. und Kassanis, B., The shallot aphis, *Myzus ascalonicus* Doncaster, and its behaviour as a vector of plant viruses. Ann. appl. Biol. *33*, 66—68, 1946.

Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, II. Band, Berlin 1930.

Gillette, C. P. und Taylor, E. P., A few orchard plant lice. Colorado Exp. Sta. Bull. 133, 1908.

Heinze, K., Die Überträger pflanzlicher Viruskrankheiten. Mitt. Biol. Zentralanst. Heft 71, 1951.

Patch, E. M., Food-plant catalogue of the aphids of the world. Maine Agric. Exp. Sta. Bull. 393, 35—430, 1938. Supplement: Bull. 393-S, 1945.

Remaudière, G., Contribution à l'etude des *Aphidoidea* de la faune française, *Aphididae: Dactynotinae* et *Myzinae* (a). Rev. Path. vég. Ent. agric. France *30*, 125 bis 144, 1951.

Schreier, O., Die Kellerlaus *(Myzodes latysiphon* Dav.), eine neue Blattlausart in Österreich. Pflanzenschutzber. *5*, 377—385, 1950.

Shull, A. F., The effect of intensity and duration of light and of duration of darkness, partly modified by temperature, upon wingproduction in Aphids. Roux' Archiv f. Entw. Mech. d. Org. *115*, 825—851, 1929.

Stroyan, H. L. G., Recent additions to the British aphid fauna. Part. I: *Dactynotus* Rafinesque to *Rhopalosiphum* Koch. Trans. R. ent. Soc. Lond. *101*, 89—123, 1950.

— — Records of Cambridgeshire *Aphididae*. The Entomologist 1952, p. 249.

Aus der Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau Neustadt/Weinstr.

Rote Spinne und Witterung

Von

R. Roesler

Infolge der vorwiegend warmen und trockenen Witterung in den letzten zehn Jahren hat eine Reihe von Schädlingen sehr an Häufigkeit zugenommen. Es handelt sich dabei um Arten, die sehr wärmeliebend sind und bisher bei uns wenig oder nur gelegentlich als Schädlinge auftraten. Zu diesen Arten gehören Tropinota hirta Poda, Capua reticulana Hb., Lepyrus palustris Scop., Psylla piri L., Psylla pyricola Först., Agrilus sinuatus Oliv. und Ceutorrhynchus napi Gyll. Die ersten fünf Arten sind seit langem aus Südeuropa als Schädlinge bekannt, wo ihnen das Klima mehr zusagt als in Mitteleuropa. Auch die Spinnmilben, die gleichfalls ausgesprochen wärme- und trockenheitsliebend sind, haben in letzter Zeit sehr an Bedeutung als Schädlinge gewonnen. Wieweit dabei das Klima oder andere Faktoren als Ursache in Frage kommen, soll Gegenstand dieser Ausführungen sein.

Die Spinnmilben, in der Praxis allgemein als „Rote Spinne" bezeichnet, gehören wie die Blattläuse zu den saugenden Schädlingen, die in ihrer Vermehrung und Entwicklung sehr stark durch das Wetter beeinflußt werden. Wärme und Trockenheit wirken sich auf das Gedeihen dieser Tiere sehr förderlich aus. Wieweit dabei die Witterung unmittelbar oder gleichzeitig damit einhergehende Veränderungen in Konzentration und Zusammensetzung des Pflanzensaftes die Hauptrolle spielen, ist für diese Betrachtungen unwesentlich. Bei der kurzen Entwicklungsdauer und raschen Generationsfolge haben auch Wetterperioden von kurzer Dauer oft einen großen Einfluß auf den Massenwechsel. Es kommt dabei auch in normalen Jahren zu örtlich begrenzten Übervermehrungen der Spinnmilben. Ein Massenauftreten in größerem Umfange kommt dagegen nur in Jahren mit überdurchschnittlicher Wärme und Trockenheit zustande. Es muß dabei aber beachtet werden, daß sowohl eine örtliche als auch eine allgemein über größere Landstriche reichende Übervermehrung von Spinnmilben meist unvermindert anhält, bis das Einsetzen ungünstiger Witterungsfaktoren, wie Kälte oder Nässe, die Gradation zum Erliegen bringt. Über ein Zusammenbrechen der Vermehrung durch innere Faktoren, Degeneration, Erschöpfung des Lebensraumes oder auftretende Krankheiten ist bei Spinnmilben nichts bekannt. Einsetzendem Nahrungsmangel infolge Erschöpfung der Nährpflanzen begegnet Paratetranychus pilosus C. & F. durch Ablegen von Wintereiern. Die meist sehr polyphagen Tetranychus-Arten wandern auf andere Pflanzen über.

Die Witterung des vergangenen Jahrzehntes mußte bei der Reaktion der Spinnmilben auf Wärme und Trockenheit ohne Zweifel zur allgemeinen Übervermehrung führen. Das Auftreten von Paratetranychus pilosus

war aber zeitweise so katastrophal, daß man versucht ist, auch noch weitere Faktoren zu suchen, durch die die Gradation gefördert wurde. Von besonderer Wichtigkeit scheinen die Veränderungen zu sein, die seit etwa 20 bis 30 Jahren die Anbauweise unserer Obstbäume erfahren hat. Da die Schäden durch die Obstbaumspinnmilbe ganz überwiegend an Pfirsich, Zwetsche (einschließlich Mirabelle) und Apfel aufzutreten pflegen, genügt es, auf diese Obstarten einzugehen.

Es hat lange gedauert, bis sich die Durchführung einer sachgemäßen Baumpflege im Obstbau durchgesetzt hat. Vor nicht allzu langer Zeit galt es noch für untunlich, Steinobstbäume zu schneiden. Auch heute gibt es noch manchen Pfirsich- oder Zwetschenbaum, der nie mit einer Schere in Berührung gekommen ist, wenn auch der regelmäßige Obstbaumschnitt beim Erwerbsobstbau längst Allgemeingut geworden ist. In eine richtig geschnittene und gut ausgelichtete Baumkrone kann überall in ausreichendem Maße Licht und Luft eindringen. Mit den Sonnenstrahlen gelangt auch ebenso die Wärme ungehindert in alle Teile der Baumkrone, was nicht nur für das Gedeihen des Baumes, sondern auch für die Entwicklung der Spinnmilben sehr zuträglich ist. In einer nicht ausgelichteten, dicht zugewachsenen Baumkrone herrscht dagegen selbst bei heißem Wetter infolge der Verdunstung auf der großen Zahl der Blätter eine ungleich niedrigere Temperatur als in einer lichten durchsonnten Krone. Daher ist hier im kühlen Schatten viel weniger mit einer Vermehrung der Roten Spinne zu rechnen. In demselben Maße, wie der sachgemäße Baumschnitt sich im Obstbau durchgesetzt hat, ist gleichzeitig die Spinnmilbengefahr gestiegen. Es ist immer wieder darauf hingewiesen worden, daß die Schäden durch die Rote Spinne vorwiegend in gut gepflegten Obstanlagen auftreten, dagegen die übrigen, oft gerade die am meisten verwahrlosten, weitgehend von diesem Schädling verschont bleiben. Das ist kein Zufall. Beim Kernobst kommt noch ein weiterer Umstand dazu. Seit 15—20 Jahren haben sich die Spindelbuschanlagen in immer stärkerem Maße das Feld erobert. Daß hier Licht, Luft und Wärme in noch stärkerem Maße überall Zutritt haben, ist unbestritten. Kein Wunder, wenn gerade an den Apfelspindelbüschen sich die Vermehrung der Roten Spinne besonders katastrophal auswirkt. Noch verstärkt wird die Begünstigung der Spinnmilbenentwicklung, wenn das ganze Jahr über der Boden offengehalten wird, wie das in der Vorderpfalz wegen des regenarmen Klimas erforderlich ist. Hier wird die Sonnenwärme von dem kahlen Boden stark zurückgestrahlt, und es entsteht ein Klima, das dem unserer Weinberge nicht unähnlich ist. Es soll dies keine Kritik an den Methoden des modernen Obstbaues sein. Aber es muß einmal gesagt werden, daß diese Methoden einer Massenvermehrung der Spinnmilben gewaltig Vorschub leisten. Glücklicherweise ist bei der größeren Zahl der übrigen Schädlinge das Gegenteil der Fall. Und bei der guten Wirkung der Phosphorsäureester ist es kein Problem mehr, der Spinnmilben im Obstbau Herr zu werden.

Immer wieder werden Stimmen laut, die in der Anwendung von DDT im Obstbau eine Ursache für die Vermehrung der Roten Spinne sehen wollen. In der Regel wird man die Beobachtung machen, daß ungespritzte Anlagen ebenso stark befallen sind wie andere nur mit DDT gespritzte Anlagen. Es gibt aber vereinzelte Fälle, in denen unmittelbar neben einer mit DDT gespritzten Anlage, die stark von Roter Spinne heimgesucht ist, eine völlig ungespritzte, weitgehend befallsfreie Obstpflanzung liegt, so daß der

Gedanke, in der Spritzung die Ursache für die Vermehrung des Schädlings zu sehen ist, sich regelrecht aufdrängt. Es sind aber immer die gut gepflegten und gut ausgelichteten Obstanlagen, die auch regelmäßig gespritzt werden. Dagegen sind die Bäume, die ungespritzt bleiben, auch anderweitig nicht sonderlich gepflegt und geschnitten, so daß die Verschiedenheiten des Befalls unschwer durch das Kleinklima erklärt werden können. Da, wie oben ausgeführt wurde, die modernen Spindelbüsche oder gut ausgelichtete Zwetschen einen günstigeren Lebensraum für die Spinnmilben darstellen als weniger gepflegte, dicht belaubte und vielleicht auch noch zu eng stehende Hochstämme, kann es nicht wundernehmen, wenn sich hier bei heißem trockenen Wetter das Befallsbild zuungunsten der gepflegten Anlagen verschiebt. Der Umstand, daß die letztere mit DDT behandelt ist, kann daran nichts ändern. Wie schon betont, gehören derartige Beobachtungen zu den Ausnahmen. Meist sind ungespritzte Bäume ebenso stark von Spinnmilben befallen wie die nur mit DDT behandelten. Der Einwand, daß die Feinde der Roten Spinne durch DDT vernichtet werden, trifft nach den Untersuchungen von Dosse (Mitt. BZA, Berlin-Dahlem, Heft 74, 1952) über die DDT-Resistenz der Coccinelliden nicht in vollem Umfang zu. Viel eher müßte das der Fall sein bei der Verwendung von Hexamitteln, die ebenfalls keine nennenswerte Dezimierung der Spinnmilben bewirken. Die Begünstigung der Roten Spinne durch Witterungseinflüsse, verstärkt durch die Gegebenheiten der modernen Erziehung unserer Obstbäume reicht zur Erklärung der ständigen Übervermehrung des Schädlings in letzter Zeit vollständig aus, so daß kein Grund für weitere Spekulationen besteht.

Besonders eigenartige Beobachtungen an Spinnmilben konnten in dem abnorm heißen und trockenen Sommer 1952 gemacht werden. In der Vorderpfalz lagen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, in der Zeit von März bis August die Monatsdurchschnittstemperaturen durchweg über dem langjährigen Mittel, in den Monaten April und Juli sogar über 3°. Die Niederschläge blieben weit hinter den Mittelwerten zurück. Das Auftreten der Spinnmilben war, der Witterung entsprechend, sehr stark. Paratetranychus pilosus war vom zeitigen Frühjahr an überall an Obstbäumen stark vorhanden. Selbst an Reben trat die Art in fast allen Weinbaugebieten Deutschlands schädlich auf. In der ersten Julihälfte erreichte die Hitze Höhepunkte, wie sie hier kaum jemals gemessen wurden. In Neustadt a. d. Weinstraße wurden Schattentemperaturen bis zu 40° C gemessen. In anderen Orten Süddeutschlands blieben die Temperaturen wenig dahinter zurück. Im Innern der Rebstöcke wurden bis zur 42° C festgestellt. Im Anschluß an diese Hitzewelle ging der Befall von Paratetranychus pilosus in den Obstanlagen an vielen Stellen der Rheinebene fast schlagartig zurück. An ungespritzten Bäumen wurden überall auf den Blättern tote Milben aller Stadien und verfärbte Eier gefunden, in denen die Larven abgestorben waren. Daß die Tiere durch die Einwirkung der Hitze geschädigt worden sein sollen, erscheint bei einer wärmeliebenden Art sehr merkwürdig. Es bleibt aber vorerst keine andere Erklärung. Versuche über die Temperaturempfindlichkeit von Paratetranychus pilosus sind eingeleitet, um eine Bestätigung dieser allgemein nicht nur in der Rheinebene, sondern auch von Dosse (Vortrag auf der Pflanzenschutztagung 1952 in Münster) bei Stuttgart beobachteten Erscheinungen zu erbringen. Die Art ist weitgehend von den Obstbäumen verschwunden; nur hier und da waren im Herbst in

mäßiger Zahl Wintereier vorhanden. Die Tetranychus-Arten dagegen zeigten nach der Hitzeperiode in ihrer Häufigkeit keine Abnahme, sondern sogar sichtlich eine Steigerung ihres schädlichen Auftretens.

In den Weinbergen war Tetranychus urticae Koch (= althaeae v. Hanst.) vom Frühsommer an besonders in jüngeren Anlagen von den inzwischen durch die Saugtätigkeit fast vernichteten Unkräutern zugewandert und trat in ungewöhnlicher Stärke auf. Bei den Obstbäumen fand unmittelbar an das Absterben von Paratetranychus pilosus eine Zuwanderung von Tetranychus urticae Koch und Amphitetranychus crataegi Hirst (= viennensis Zach.) gleichfalls von der Bodenvegetation aus statt. Diese beiden Arten waren bis in den September hinein auf Apfel und Zwetschen, etwas schwächer auch auf Birne, meist nebeneinander anzutreffen. In den letzten Augusttagen wanderten die meisten Tiere, wie in angelegten Wellpappegürteln beobachtet wurde, in die Winterquartiere ab und entgingen auf diese Weise der zu Anfang September einsetzenden kalten Regenperiode.

Die Zuwanderung der beiden letzten Arten auf Kernobst und Zwetsche wurde auch bereits in den vergangenen Jahren festgestellt, fiel aber weniger auf, da gleichzeitig noch Paratetranychus pilosus vorhanden war. Die Obstbaumrasse von Bryobia praetiosa Koch war 1952 in der Pfalz schwächer vorhanden als in den vorhergehenden Jahren. Diese Art ist weniger wärmeliebend als die übrigen Tetranychiden, sie scheint aber auch höhere Temperaturen ohne Schaden zu vertragen.

Tabelle 1. Temperatur und Niederschläge 1952 in Neustadt a. d. Weinstraße

Monat	Temperatur im Monatsdurchschnitt			Niederschläge im Monat in mm		
	langjähr. Mittel	1952	Abweichung 1952	langjähr. Mittel	1952	1952 in % des langjähr. Mittels
April	9,4°	12,5°	+ 3,1°	59,9	30,7	51,3 %
Mai	14,2°	15,3°	+ 1,1°	49,0	12,3	25,1 %
Juni	17,4°	18,7°	+ 1,3°	56,1	26,7	47,6 %
Juli	19,1°	22,2°	+ 3,1°	63,1	13,9	22,0 %
August	18,1°	20,4°	+ 2,3°	49,8	37,6	75,5 %
September	15,4°	12,1°	— 3,3°	50,0	108,4	216,8 %

Prof. Dr. K. Friederichs zum 75. Geburtstag

Untersuchungen über *Ips typographus* L. und seine Umwelt [1])

Die Ameisen

Von

Heinrich E. Wichmann, Hebertshausen

Mit 1 Abbildung

Die fortschreitend realer erfaßte biocönotische Stellung der Ameisen im Walde, als in allen oberirdischen Schichten des Waldraumes eingreifenden, vielseitigen Insektenräubern, erfordert eine wenigstens im Grundlegenden richtige Abgrenzung ihrer nach den Umständen schwankenden Beziehungen in diesem Raume, die sich auf „Nützlinge", „Schädlinge" und „Indifferente" erstrecken.

Zwar sind die Ameisen, einschließlich der in der letzten Zeit so eingehend studierten Roten Waldameise, ganz allgemein gesehen in unseren Wirtschaftswäldern der Tieflage nicht die beherrschende Großmacht, die sie nach unseren waldbiologischen Vorstellungen und Wünschen sein könnten, oder auf den zugehörigen Örtlichkeiten einst gewesen sein mögen. Ihre hohe, seit Ratzeburg's Zeiten und schon früher von mehreren Autoren gezeigte Wirksamkeit gegen bestimmte Waldschädlinge verlangt eine Untersuchung, wie sie zu anderen stehen.

Diese Untersuchungen sind auch auf Borkenkäfer und ihren biocönotischen Umkreis auszudehnen. Ein Ausschnitt aus diesem Bereich soll hier mitgeteilt werden.

Wenn Ameisen von Schälrinden weg Larven, Puppen und Jungkäfer des Buchdruckers eintragen, wie es immer wieder beobachtet und erwähnt wird, so ändern sie kaum etwas an der bestehenden waldbiologischen Situation. Diese Stadien wären, bei einigermaßen geschickter Durchführung der Schälung, einschließlich den Jungimagines heller Färbungsstufen, zugrunde gegangen.

Eine natürliche Begegnung der Ameisen mit dem Buchdrucker, auch in der durch Kultivation degradierten Waldfauna, ist an zwei Örtlichkeiten möglich. Einmal auf dem Boden, auf der Streu und dem niederen Bodenbewuchs, wohin der Buchdrucker zur Rast oder Übernachtung während der Flugzeit sehr häufig kommt, doch fehlen hierüber zur Zeit noch Beobachtungen. Besonderes Interesse beansprucht die Auswirkung der verschiedentlich verwirklichten Begegnung mit in die Fichtenkronen zu Rindenläusen aufsteigenden Ameisen, sobald auf solchen Bäumen Invasionsscharen von Borkenkäfern erscheinen.

[1]) Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich geziemend für die großherzige Förderung meiner Untersuchungen an *Ips typographus* L.

Geschieht dies in einem Walde, über den ein Massenfraß hinwegzieht, dürfen wir annehmen, daß allein die spärliche und springende Verteilung von Ameisennestern in unseren Fichtenwäldern kaum mehr als eine lokale Einwirkung auf die für jeden Baum nur stoßweise im Freien auftretenden Borkenkäfer ermöglicht. Aus allen diesen Gründen kann ein eventueller Raub der Ameisen nicht viel bedeuten.

Wissenswerter ist, wie Ameisen in der Gradationslatenz auf Borkenkäferrinden eingreifen. — Die Gelegenheit dies zu beobachten ist nur relativ selten geboten. Die Beispiele sind nur Ausschnitte aus dem Geschehen. Sie sollen keiner Nützlichkeitswertung dienen, sondern helfen, ökologische Sachverhalte aufzuhellen.

Man sieht gelegentlich, wie verschiedene Ameisenarten *Ips typographus* am Boden von Befallsbäumen wegtragen. Es ist unschwer zu erkennen, daß dies nur Leichen sind, die unter allen Befallsbäumen in Anzahl herumliegen.

1. Die Kleine Rote Waldameise, *Formica rufa rufopratensis minor* und *Ips typographus L.*

Für die biocönotische Situation der von mir hierauf betrachteten oberbayerischen Fichtenwälder erscheint folgendes kennzeichnend zu sein: Ameisenhaufen sind in beschränkter, meist sogar nur sehr beschränkter Zahl vorhanden. Dementsprechend ist die Zahl zum Lausbesuche belaufener Bäume im Walde klein. Auch die abrevierten Bodenflächen lassen so riesige Lücken zwischen einander, daß ameisenbelaufene Flächen die Ausnahme, von solchen leere die Regel sind. Es sind natürlich allgemein Lausbäume vorhanden; nur ganz wenige werden Ameisenbäume sein. Daß ein Befallsbaum auch ein Ameisenbaum ist, wird einen seltenen Fall darstellen.

Selbst wo dies zutrifft, ist die Zeit der Begegnung, die des freien Herumtummelns des Buchdruckers auf der Rinde, beschränkt. Ich habe überdies den Eindruck, daß nur ein geringer Teil der auf Trophobiose eingestellten Ameisen bereit ist, von ihrer Straße auf die Rinde auszuschwärmen.

Was vor sich geht, wenn ein Ameisen-Lausbaum von *Ips typographus* überfallen wird, konnte ich noch nicht verfolgen. Ich habe aber zwei Beispiele dafür, daß selbst ein starker Belauf durch die Kleine Rote Waldameise keinen Schutz vor dem Invasionstod bietet. Nur ein Beispiel soll besprochen werden.

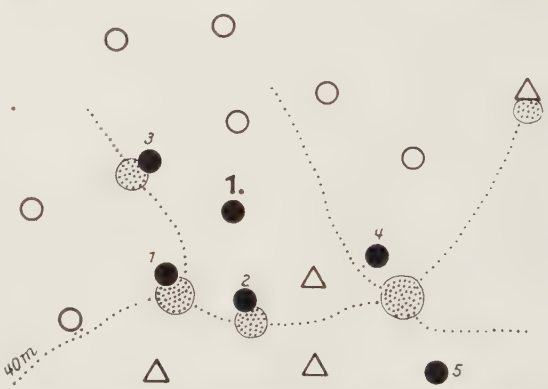


Abb. 1. Lageskizze des Buchdrucker-Herdes. Leere Kreise lebende, volle Kreise getötete Fichten, Dreiecke Weißkiefern. Nester und Straßen der Kl. Roten Waldameise. Große Nummer: Ausgangspunkt des Herdes, ein Käferbaum der I. Generation

Mariabrunn, Gemeinde Röhrmoos, ca. 510 m SH. Fichtenwald mit einzelnen Weißkiefern, um 90 Jahre alt, auf früherem Feldboden. Waldrand gegen Südost.

Ende August (1946) werde ich auf einen kleinen Buchdruckerherd von 5 Fichten aufmerksam, der sich um eine Käferfichte der I. Generation gebildet hat. Seine Besonderheit besteht darin, daß vier der Käferbäume von Tochternestern der Kleinen Roten Wald-

ameise her belaufen werden, deren Hauptnest rund 40 m entfernt liegt. (Lageskizze Abb. 1.) — Noch zeigen die Kronen keine Verfärbung, die Bäume sind aber bereits getötet.

An dreien der Fichten bestehen Tochternester, und zwar

Baum 1: Durchmesser 32 cm, Nestdurchmesser 30 cm,
2: 35 cm, 25 cm,
3: 38 cm, 40 cm.

70 cm vor dem Baum 4 liegt ein Tochternest von 60 cm Durchmesser und 35 cm Höhe. Außerdem lehnt sich ein Tochternest von 30 cm Durchmesser an eine östlich stehende Kiefer.

Der fünfte Käferbaum hat kein Tochternest und ist auch nicht belaufen. Auf die vier anderen führen sehr frequentierte Ameisenstraßen, z. B. auf Nr. 4 mit 70 hinauflaufenden Ameisen in der Minute.

Buchdrucker sind außen nicht zu sehen. Dagegen sind seine Larvenparasiten *Pachyceras xylophagorum* Ratz., *Rhopalicus tutela* Ratz. und höher oben *Coeloides bostrychorum* Gir. geschäftig am Werke.

Innerhalb von 2 Stunden Beobachtungszeit brachten die Ameisen vom Baum 3: 2 *Pachyceras*, 1 *Rhopalicus* und 4 *Coeloides*, lauter ♀!

Diese Beobachtung rundet genau in der zu erwartenden Richtung das Bild ab, das wir uns von der Kleinen Roten Waldameise als einem allgemeinen Räuber machen müssen.

Die angeführten waren übrigens die einzigen von Ameisen belaufenen Käfer-Bäume des Mariabrunner Waldes.

2. Die Kleine Rote Waldameise, *Formica rufa rufopratensis minor* und *Ips amitinus* Eichh.

Funtensee-Becken oberhalb des Königssees, ca. 1700 m SH., sehr offener Zirben-Fichten-Lärchenwald. Naturschutzgebiet.

Anfang August 1952. Eine im Winter 1951/52 geworfene alte Zirbe ist in der oberen Hälfte der Mantelfläche, in den Ästen und bis in die fingerstarken Zweige von *Ips amitinus* besetzt. Eine Ameisenstraße mit zirka 50 Passanten in einer Richtung führt über den Stamm in die Krone.[1])

Eben wird die vom Borkenkäfer bisher gemiedene Stammunterseite von den regenerierten Altkäfern und, aus dichten Fraßstellen, von Jungkäfern zum Reifungsfraße am zweiten Orte, über die Stammseiten hinabgreifend, besetzt. Es sind in den warmen Stunden immer Käfer auf der Rinde, wenn auch meist nur wenige. An einem Vormittag kontrolliere ich durch 3 Stunden, was die Ameisen ins Nest zurücktragen. Es ist kein Borkenkäfer darunter, aber 3 *Rhopalicus tutela* Ratz., der in geringer Anzahl anwesend ist. Am nächsten Tage wird mit größter Behutsamkeit und Vorsicht versucht, die anwesenden *Rhopalicus* zu zählen: 6 Stück!

3. *Formica cinerea* Mayr und *Ips typographus* L.

Beobachtungen in Mariabrunn und Durchsamsried.

Diese anscheinend wenig aggressive Ameisenart beläuft, im allgemeinen in geringer Zahl, liegende Käferstämme (Windwürfe, Fangbäume, Fichtenklötze). Ihr Zusammentreffen mit dem Buchdrucker konnte noch nicht ver-

[1]) Erwähnung verdient, daß ungeachtet des alle Astflächen erfassenden und fortgeschrittenen Käferbefalls, trotz ausgebreiteter Verbläuung des Splintes durch vom Käfer mitgebrachte Holzbläuer, der Baum verkürzte Jahrestriebe gebildet hat. Noch jetzt, wo das Nadelwerk zu welken begann, sitzen die *Lachnus cembrae* Seitner-Gesellschaften an ihrem Orte und locken die Ameisen in Menge an.

folgt werden. Dagegen habe ich mehrfach den Überfall auf *Pachyceras xylophagorum* Ratz. und *Rhopalicus tutela* Ratz. gesehen. Dabei wird der erfaßte Chalcidide unter Vorbeugung des Abdomens mehrmals mit Ameisensäure bespritzt, worauf er aber nicht zu reagieren scheint. Ich sah noch keinen Fall, daß es der Ameise gelang, den bekannt harten Panzer der Chalcididen anzuknacken. Bei diesen nicht gerade geschickten Versuchen entrinnt gewöhnlich die Beute. Die Tätigkeit der *Formica cinerea* könnte daher eher einer Belästigung der Schlupfwespen gleichkommen und die Zahl der wirklich getöteten nur theoretisches Interesse haben. — Meist hüpfen die Wespchen der revierenden Ameise davon, was sie immer aus deren Wahrnehmungsbereich bringt.

4. *Lasius niger niger* L. und *Ips typographus* L.

(*Lasius niger* entleert gerne den Fraß von Rindeninsekten, um Wohnraum zu gewinnen. In einem solchen Falle hatte sie in Rodaun b. Wien, 1925, die Brutflächen von *Ips sexdentatus* Boern. in Schwarzkiefer auf einer Fläche von 0,25 qm geräumt und alle Larven und Puppen des Käfers verbraucht.

In einem Juni 1947 in Mariabrunn gesehenen Falle trug *Lasius niger Eurytoma* spec., gefangen auf Bruthölzern von *Leperisinus fraxini* Panz., ein.)

Ich hatte Gelegenheit, ein von der sonstigen angreiferischen Art dieser Ameise abweichendes Verhalten zu beobachten.

Ottershausener Wald. Am 9. Mai (1953) findet sich ein von *Lasius niger niger* auf seinem ganzen Umfange (Durchmesser 14 cm) zum Aufstiege in die Krone belaufener, südexponierter Fichten-Randbaum als vom Buchdrucker überwältigt. Die Ameisen kommen von ihrem 4,5 m entfernten Erdnest. In der Minute laufen 15—20 Ameisen herab. Durch 10 Tage, also ungewöhnlich lang, erscheinen Käfer, mehr als schließlich im Stamme sich niedergelassen haben.

Auch in der Zeit des lebhaftesten Anfluges und Suchlaufes kümmert sich um die mitten unter ihnen herumlaufenden Käfer keine der Ameisen, auch nicht bei hohen Nachmittagstemperaturen (z. B. 25,3° C). Jedesmal, wenn den sehr eiligen Ameisen ein solches großes, dunkles, glitzerndes Etwas in den Beachtungsraum kommt, läuft zwar die betreffende Ameise heran, sie gerät aber in keiner Weise in Erregung. Ein flüchtiges Betupfen mit den Fühlern, und es geht weiter hinauf oder hinab, ohne Angriff, wie an etwas Vertrautem vorbei. Dem Käfer scheinen die Ameisen überhaupt nicht zu Bewußtsein zu kommen.

Da die rasch dürr gewordene Fichte von den Ameisen nicht mehr besucht wird, konnte ihr Verhalten gegenüber den parasitischen Chalcididen nicht vermerkt werden.

5. *Lasius fuliginosus* L. und *Ips typographus* L.

Eine 35 cm starke Fichte wird (August 1952, Ottershausener Wald) vom Buchdrucker angegriffen und sogleich getötet. Die Ameisen, von denen 50—60 in der Minute den Stamm herabkommen, kümmern sich in keiner Weise um die Käfer.

6. *Myrmica laevinodis* Nyl. und *Ips typographus* L.

Man sieht überall im Fichtenwalde Knotenameisen die Bäume hochklettern. Dies geschieht noch, wenn die Bäume längst zu Käferbäumen wurden.

Der Zusammenstoß mit dem Buchdrucker wurde noch nicht gesehen. Die Knotenameise packt aber ungescheut Larven von *Thanasimus formicarius* L. an. Diese leben bekanntlich als Räuber im Borkenkäferfraße. Nicht ganz selten kommen sie auf die Rindenoberfläche. Schon ein Stich lähmt mittelgroße Exemplare in kürzester Zeit.

Ganz ähnlich erliegen die Larven von *Rhaphidia flavipes* Brauer und *notata* F. Die außerordentlich lebhafte Fluchtreaktion vermag keinen Schutz gegen die langsame Ameise zu gewähren. Wenige Stiche lähmen sogar erwachsene Larven, die dann, erschlafft, zu Boden getragen werden.

An einem Beobachtungsstamm, an dem ich mich (September 1952) jeden Tag 2 Stunden aufhielt, sah ich innerhalb von 4 Tagen drei erbeutete Exemplare. Die Kameelhalsfliegen-Larven spielen als Vernichter der Eier von *Thanasimus* und der *Medeteren* in die Biocönose des Buchdruckers hinein.

Zusammenfassung und Diskussion: Nach den vorgelegten wenigen, auf Spätbeobachtung beruhenden Nachweisen, hat sich die Kleine Rote Waldameise selbst auf stark belaufenen Bäumen nicht in der Lage gezeigt, einen *Ips typographus*-Überfall abzuwehren. Um dies ganz überblicken zu können, sind weitere Beobachtungen der Einzelheiten der Begegnung nötig (Übergreifen der Aufmerksamkeit und des Raubtriebes auf den Käfer; Lösung aus dem „Straßenlauf", Angriff auf den Käfer und dessen Reaktionen, wie Fallenlassen; Gewöhnung an den Käfer usw.). An sich ist die Wahrscheinlichkeit eines Zusammentreffens auf den Rinden in den von mir auf ihren Ameisenbesatz geprüften Wäldern der Oberbayerischen Hochebene gering. Der jeweilige Raubraum der einzelnen Ameisenstaaten ist hier überall nur ein kleinster Bruchteil der Waldfläche, und darin sind wieder nur vereinzelte Bäume Laus-Ameisenbäume.

Hingegen konnte mehrfach gesehen werden, daß die Ameisen beim Borkenkäfer parasitierende Hautflügler, Chalcididen und Braconiden, als Beute daherbringen. Die quantitative und waldhygienische Seite dessen ist noch nicht erarbeitet. Sie als negative Leistung besonders in den Vordergrund zu rücken, besteht z. Z. kein Anlaß. Auch in den Beispielen, die als walddienliche Rauberfolge für die unbestreitbare Nützlichkeit der Kleinen Roten Waldameise angeführt werden, wurden mit den tragenden Wirten (z. B. Raupen) zahllose Exemplare ihrer Parasiten mitvernichtet. Der Räuber überhaupt und der wirksame besonders steht über dem Parasiten, der vom Räuber nicht so unberührt bleibt, wie manchmal dargestellt wird. Dies müßte im Sinne einer wirklichen Kenntnis der Massenwechselvorgänge einmal statistisch genau berücksichtigt werden.

Was nun den jahreszeitlichen Gang der Baumbewachung betrifft, so beginnt sie, auch hinsichtlich einer allfälligen Begegnung mit dem Buchdrucker betrachtet, spät. Sie ist standortsklimatisch und vom alljährlich neu aufzubauenden Kontakte mit honigenden Läusen abhängig. Erst müssen z. B. Lachniden-Kolonien von hinreichender Individuenstärke herangewachsen sein, bis sie, endlich entdeckt, einen Sammlerstrom an sich ziehen. Dies ist im Hochwalde mit seinen langen Anmarschwegen die Stämme hinauf sehr ausgeprägt.

Es ist im Freiland beobachtbar und nicht bloß Ergebnis einer logischen Überlegung.

So belaufen am 6. Mai (1953) (Hackerbräu-Moos zwischen Hebertshausen und Schleißheim) Arbeiter von *Serviformica gagates* Latr. von ihrem Neste weg, in einem 25jährigen Fichtenbestand des Schlußgrades 1, einen Umkreis von 6—8 m. Vereinzelte sind schon in die Baumkronen emporgedrungen, woher sie z. B. eine Larve von *Pristiphora abietina* Christ (= *Lygaeonematus abietinum* Htg.) bringen, besetzt mit einem Ei von *Scopiorus flavicauda* Rom. (*Polyblastus* subgen.), einer Tryphonine. — Jedoch eine 3 m vom Neste entfernte, 0,9 m hoch auf einem unterdrückten Fichtenstämmchen sitzende Kolonie von *Cinaropsis piceae* Panz., bestehend aus 86 Exemplaren, haben sie noch nicht entdeckt. Syrphiden hingegen gelang es schon, denn unter den Läusen liegen 6 Eier!

In Mariabrunn, beim bekannten Hauptnest der Kleinen Roten Waldameise, ist am 10. Mai die Situation ganz ähnlich. Eine Bodenfläche von ca. 7 m Tiefe wird von den unregelmäßig ausschwärmenden Ameisen belaufen und darin 14 Fichten von einzelnen Arbeitern erstiegen. Eine Kolonie von 62 *Cinaropsis piceae* Panz. auf der unmittelbar am Neste stehenden Fichte, über Schaft und Ast 3,2 m vom Neste entfernt, ist noch nicht entdeckt. Das dauernd regnerische Wetter hat verhindert, den Fortgang der Suche und des Findens befriedigend zu verfolgen. Darum kann nur mehr eine späte Ordnung der Trophobiose-Organisation vom 20. Juli gezeigt werden, die in der Reihenfolge der Baumnummern folgenden Ameisenbelauf aufwies: 44, 31, 32, 4, 8, 3, 4, 20, 28, 1, 20, 32, 3, 30 Arbeiter in der Minute absteigend. Die nun systematisch von den Ameisen gehaltenen Bäume sind andere als die am 10. Mai bestiegenen.

Für die Bestimmung von Material habe ich zu danken dem Institute Prof. Gösswald's, Würzburg und Prof. Dr. K. Gösswald selbst (Ameisen), Dr. W. Thalenhorst, Göttingen (Blattwespenlarve und Parasitenei), und Dr. Schmutterer, München (Lachniden).

Literaturverzeichnis

Gösswald, Karl, Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Lüneburg 1952.

Aus dem Forstzoologischen Institut der Universität Göttingen

Die Lärchengespinstblattwespe *Cephaleia alpina* Klug

Untersuchungen bei einer Massenvermehrung in Schleswig-Holstein

Von

E. Röhrig, Hann.-Münden

Mit 12 Abbildungen

Im Sommer 1948 gelangte aus dem schleswig-holsteinischen Forstamt Barlohe eine Meldung an das Forstzoologische Institut der Universität Göttingen, nach der in einem größeren Lärchenkomplex ein beträchtlicher Schadfraß durch eine Blattwespe angerichtet worden war. Herr Professor Dr. Eidmann bestimmte die beigelegten Larven als die Afterraupen von *Cephaleia alpina* Klug.

Die Massenvermehrung dieses Insekts bedeutete eine große Überraschung. Es galt bislang als ein ebenso seltenes wie harmloses Tier, von dem nur ein einziges Mal zu Ende des vorigen Jahrhunderts eine stärkere Vermehrung bekannt geworden war. Solche überraschenden Schadauftreten bisher als indifferent geltender Arten sind gerade in der letzten Zeit auch anderwärts unter den Blattwespen mehrfach erfolgt: So 1937 *Acantholyda erytrocephala* in Nordostdeutschland und *Diprion frutetorum* 1949 in der nordwestdeutschen Heide.

Nachdem Probesuchen im Winter ergeben hatten, daß auch für 1949 im Befallsgebiet mit einer stärkeren Vermehrung der *C. alpina* gerechnet werden mußte, wurde ich von Herrn Prof. Dr. Eidmann mit der biologischen Bearbeitung dieses Schädlings beauftragt.*) Es galt dabei für mich,

*) Die vorliegende Arbeit entstand aus einer Anregung von Herrn Prof. Dr. Eidmann; als sie angefangen wurde, hatte ihn bereits seine schwere Krankheit ergriffen. Dennoch hat er am Gang der Untersuchungen stets den lebhaftesten Anteil genommen und in einer Fülle von Briefen Ratschläge und Hilfen erteilt. Als ich das fertige Manuskript, das ich ihm zur Durchsicht übersandt hatte, mit seinen Korrekturen wieder in der Hand hielt, war er gestorben. Die Durchsicht des Manuskripts zwei Tage vor seinem Tode war seine letzte wissenschaftliche Tätigkeit gewesen. Als sein letzter Doktorand bin ich ihm in besonders dankbarer Verehrung verbunden.

Großen Dank schulde ich Herrn Oberlandforstmeister Selchow (damals Landesforstverwaltung Kiel) der mir eine namhafte finanzielle Unterstützung der Arbeit verschaffte und es dadurch ermöglichte, daß ich dreimal im Laufe der Untersuchungen das Befallsgebiet bereisen konnte. Wertvolle Ratschläge und die Möglichkeit einer vierten Bereisung des Befallsgebiets verdanke ich Herrn Prof. Dr. Schober (Hann. Münden), dem ich für seine bereitwillige Förderung auch hier meinen Dank sagen möchte.

Herrn Forstmeister Mentz habe ich zu danken für Unterstützungen, die er mir für die Außenarbeiten gewährte. Herrn Dr. Cramer danke ich für seine freundliche Hilfe bei Außenarbeiten und Laboruntersuchungen. Herr Kliefoth (Forstzoolog. Institut) fertigte die Zeichnungen des Untersuchungsobjekts an.

Für Auskünfte verschiedenster Art, besonders für Bestimmungen, bin ich zu Dank verpflichtet den Herren: Prof. Dr. Komarek (Prag), Prof. Dr. Schneider-Orelli (Zürich), Hofrat Dr. Fulmek (Wien), San.-Rat Enslin (Fürth), L. Zirngiebl (Maxdorf), W. Aerts (Köln), R. Hinz (Iburg), Dr. G. Heinrich (Radolfzell).

zunächst die wichtigsten morphologischen und bionomischen Tatsachen für dieses bisher ganz und gar lückenhaft bekannte Insekt zu klären. Daneben kam es darauf an, die besonderen Erscheinungen der Massenvermehrung soweit wie möglich zu verfolgen. Durch diese beiden Aufgaben erhielt die Arbeit ganz von selbst zwei Teile, von denen der erste die Morphologie des Insekts und seine Bionomie darstellt, wie sie gewissermaßen „in Reinkultur" verläuft, der zweite dagegen das Verhalten des Objekts in einer Massenvermehrung zeigen soll. Der erste Teil stützt sich vorwiegend, aber nicht ausschließlich, auf Laboratoriumsuntersuchungen und enthält die vermutlich überall und immer wieder gleich oder sehr ähnlich verlaufenden Erscheinungen, der zweite ist fast ganz auf Freilandbeobachtungen gegründet und zeigt den speziellen Fall einer Massenvermehrung mit seinen vielen wechselnden Umständen und Einwirkungen.

I. Teil

1. Geschichtliches

Die Lärchengespinstblattwespe *Cephaleia alpina* Klug wurde im Jahre 1808 von KLUG beschrieben. Das Insekt erhielt damals den Namen *Lyda alpina* Kl. Über das Auffinden der Art schreibt KLUG: „Die *Lyda alpina* ist eine Entdeckung des Herrn Schullehrer KÖHLER zu Schmiedeberg. Die Auffindung des Weibchens bleibt ihm noch vorbehalten." ENSLIN ist der Ansicht, daß es sich bei der *Lyda alpina* Klug gar nicht um die Art handelt, die wir heute darunter verstehen. KLUGS Beschreibung: „. . . . . der Hinterleib ist entweder blaß ockergelb, oder er hat einige leichte schwärzliche Querwische" stimmt nach seiner Ansicht gar nicht zu unserer Art, die daher besser den Namen „*falleni* Dalm." tragen würde. (Nach frdl. brieflicher Mitteilung von Herrn Sanitätsrat Dr. ENSLIN.)

Th. HARTIG (1837), ANDRÉ (1879), KONOW (1901—1905) und ENSLIN (1918) haben die Art später erneut eingehend beschrieben.

Mit der Umbenennung der Gattung *Lydia* in *Cephaleia* erhielt die Lärchengespinstblattwespe den Namen *Cephaleia alpina* Klug, nachdem sie vorher auch das Synonym *Lyda lariciphila* Wachtl getragen hatte.

Die Kenntnis der Biologie dieses Insekts ist äußerst lückenhaft. Es existieren hierüber nur die Arbeiten von WACHTL und WIEHL, aus denen BAER in seinem Sammelreferat über die Nadelholzblattwespen (1916) als einziger Quelle schöpft. Dieses Referat bildet die Grundlage für die kurze Darstellung, die ESCHERICH in seinen „Forstinsekten Mitteleuropas" V. Band, S. 37/38 dem Insekt widmet.

Hiernach beschränkt sich die bisherige Kenntnis auf folgende wenige Tatsachen:

1. Die Art lebt an Lärche; sie wird für eine Bewohnerin des Alpengebiets gehalten, sie soll aber der Lärche auch an ihre neuen Standorte gefolgt sein.
2. Sie lebt einzeln in Gespinsten.
3. Die Flugzeit soll Ende April bis Anfang Mai sein; der Fraß macht sich Anfang Juli durch Bräunung der Lärchen bemerkbar.
4. Sie hat bisher nur ein einziges Mal, und zwar in Jägerndorf in Schlesien einen Schadfraß angerichtet, „wo die Larven in großer Zahl in einem Mittelwald auftraten und die vorwüchsigen Lärchen einer Fichten-Jugend zwei Jahre hintereinander kahlfraßen, ohne indessen weitere Folgen zu zeitigen. An dem Fraß waren noch weitere Schädlinge beteiligt, wie Nematidenlarven *(Lygaeonematus laricis* Htg.) und Spannerraupen *(Biston lapponarius* B.), so daß der Kahlfraß nicht allein auf das Konto von *C. alpina* gesetzt werden darf." Als vikariierende Art tritt übrigens in Japan an Larix leptolepis die Gespinstblattwespe *Cephaleia Koebeli* schädlich auf. (Yano, 1919.)

2. Geographische Verbreitung

Der Name der Art läßt darauf schließen, daß es sich um ein alpines Insekt handelt. Diese Ansicht wird auch von BAER, ENSLIN und ESCHERICH vertreten. Als Verbreitungsgebiete werden meist angegeben: Deutschland,

Österreich, Ungarn, Schweiz, Schweden, oder überhaupt: Mittleres und nördliches Europa. Die Art scheint jedoch in den Alpen nicht viel häufiger zu sein als anderwärts. Schneider-Orelli und Nägeli haben sie in der Schweiz nie getroffen (nach frdl. brieflicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Schneider-Orelli, Zürich). Auch im Tenthredinidenverzeichnis für die Schweiz von Steck ist sie nicht genannt. Das naturhistorische Museum in Wien besitzt Stücke aus mehreren Fundorten Niederösterreichs; sonst ist über die geographische Verbreitung in diesem Lande nichts bekannt geworden (nach frdl. brieflicher Mitteilung von Herrn Hofrat Dr. Fulmek, Wien). Auch in der Tschechoslowakei kommt die Art nur ganz vereinzelt vor und ist bisher nie schädlich geworden. (Mitgeteilt von Herrn Professor Dr. Komarek, Prag). Wenn man Angaben, die sich auf das Auftreten des Insekts in Schweden beziehen, als gesichert annehmen will, könnte man an eine boreo-alpine Verbreitung denken, doch scheint mir das bisher vorliegende Material zur Stützung dieser These nicht ganz ausreichend.

3. Systematische Stellung

Die Unterordnung der *Symphyta (Chalastogastra)* ist von den übrigen Gruppen der Hymenopteren gut dadurch unterscheidbar, daß der Hinterleib breit am Thorax anliegt und nicht durch eine „Wespentaille" abgesetzt wird. Hierdurch sowie durch die vollständige Ausbildung des Flügelgeäders erweist sich diese Unterordnung als eine ursprüngliche Formengruppe, aus der die übrigen Hautflügler phylogenetisch abzuleiten sind. Die Systematik teilt die Symphyta in drei Familien:

1. *Pamphiliidae* (*Lydidae;* Gespinstblattwespen),
2. *Tenthredinidae* (Blattwespen im engeren Sinne; „echte Blattwespen"),
3. *Siricidae* (Holzwespen),

wovon meist die beiden ersten als Blattwespen (im weiteren Sinne) den Holzwespen gegenübergestellt werden. Die Gespinstblattwespen sind durch eine Reihe von Merkmalen gut erkennbar: Die Imagines sind gekennzeichnet durch einen breiten, ziemlich flachen Hinterleib, ein kurzes, hinten schwach ausgerundetes oder abgestutztes Pronotum, vielgliedrige Fühler (14—36 Glieder) und zwei Radial- und vier Cubitalzellen in den Vorderflügeln. Die Larven haben keine Bauchfüße; sie tragen mehrgliedrige Aftergriffel und relativ lange, achtgliedrige Fühler. Auf die biologischen Eigentümlichkeiten dieser Familie wird später eingegangen.

Unter den zahlreichen Gattungen, welche die Familie der Gespinstblattwespen bilden, ragen als Forstinsekten *Acantholyda* und *Cephaleia* hervor. Die Gattung *Cephaleia* hat sechs einheimische Arten, von den zwei ausgesprochene Seltenheiten sind *(C. reticulata* und *C. klugii).* Die übrigen vier Arten haben eine mehr oder weniger große Bedeutung als Forstinsekten. Es sind drei an Fichte lebende Arten: *C. abietis* L., *C. arvensis* Pz. und *C. erythrogastra* Htg., sowie eine an Lärche: *C. alpina* Kl.

Die Bestimmungsmerkmale, welche die einander sehr ähnlichen Arten der Gattung *Cephaleia* unterscheiden, sollen hier nicht angegeben werden, da alle Arten streng monophag sind, *C. alpina* aber die einzige Lärchenbewohnerin ist, so daß eine Verwechslung im Freiland gar nicht erfolgen kann.

4. Morphologie

a) Imago

Beschreibungen der Imago finden sich mehrfach in der angeführten Literatur. Es seien daher hier nur die wichtigsten Merkmale mitgeteilt, wobei ich mich an eigene Befunde halte, die mit der gründlichsten bisher gegebenen Beschreibung (von KONOW 1901) verglichen werden.

Die Grundfarbe beider Geschlechter ist schwarz. Hellere Zeichnungen sind nur spärlich am Körper verteilt.

Abb. 1. Imago ♂

♂: Kopf und Thorax sind ganz schwarz, nur die Mundteile sind dunkelbraun. Ein dreieckiger hellerer Fleck auf dem Mesonotum, sowie einige weitere kleine Flecken und Wische bräunlicher Farbe treten an Kopf und Thorax unregelmäßig auf. Der im Gegensatz zum ♀ schmalere Hinterleib trägt schwarze Sternite und Tergite, sowie orangegelbe Flankenhäute, die das deutlichste Merkmal zur Unterscheidung der Geschlechter bilden. (Beim ♀ sind sie weiß.) Ebenfalls leicht erkennbar sind die äußeren Haltezangen am Genitalsegment des Abdomens.

♀: Die schwarzen Färbungen an Kopf, Thorax und Abdomen sind auch hier in gleicher Weise vorhanden. Die beim ♂ angegebenen helleren Flecken, sowie die (beim ♂ orangegelben) Flankenhäute sind hier weiß. Daneben treten beim ♀ noch eine Reihe weiterer weißer Zeichnungen auf, die aber nicht alle bei jedem Tier vollständig und gleichmäßig ausgebildet sind:

Ein breiter dreieckiger Fleck am Clypeus, ein größerer Wangenfleck neben den Fühlern, ein schmaler Querfleck an der oberen inneren Augenecke, zwei Stirnflecke unter dem vorderen Nebenauge, der breite hintere und seitliche Rand des Pronotums, ein dreieckiger Fleck auf dem Mittellappen des Mesonotums, ein weiterer jederseits vor dem Schildchen und ein Fleck auf dem letzteren sowie ein Querstreif auf den Mesopleuren. (Nach KONOW und eigenen Beobachtungen.) Die Beine, welche beim ♂ rotbraun sind, tragen beim ♀ hellere Tibien. Am Genitalsegment verdecken zwei Sägescheiden den Legeapparat. Die Fühler der meisten im Befallsgebiet gefundenen ♀♀ waren weiß geringelt; dies gilt den Systematikern als Zeichen für die Varietät anulata.

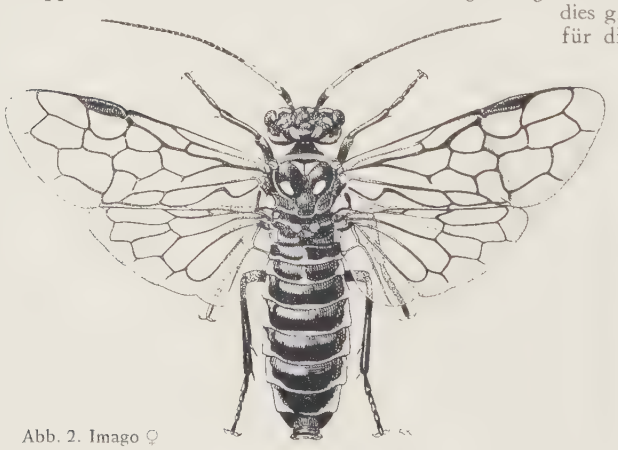


Abb. 2. Imago ♀

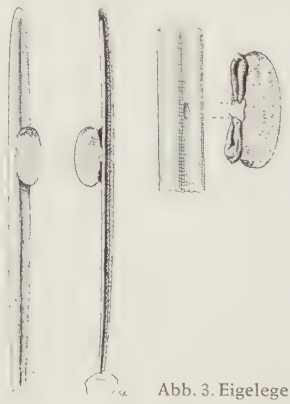


Abb. 3. Eigelege

Die Abmessungen der Imagines betrugen (mm):

		Min.	Max.	Mittel
Länge	♂ . . .	8,6	10,2	9,5
„	♀ . . .	9,1	11,6	10,2
Flügelsp.	♂ . . .	16,5	20,0	17,4
„	♀ . . .	19,0	21,5	18,9

b) Ei

Die Eier der *Cephaleia alpina* ähneln denen von *C. abietis*. Sie sind zylindrisch mit abgerundeten Polen und schwach bohnenförmig gekrümmt. Auf der leicht konkaven Seite befindet sich ein kleiner Buckel. Frisch abgelegte Eier haben eine gelbgrüne Farbe. Später werden sie graugrün bis grau. Die Verfärbung der Eier beginnt meist am dritten Tage.

Wie die meisten Hymenoptereneier nehmen auch die der *C. alpina* im Laufe der Entwicklung an Größe zu. Ich habe den Gang der Größenzunahme nicht im einzelnen verfolgt, konnte aber die Längen der frisch abgelegten und der schlüpfreichen Eier messen. Die Werte betragen in mm:

	Min.	Max.	Mittel
Frisch gelegte . .	0,92	1,80	1,30
Schlüpfreife . .	1,88	2,26	2,02
Größenzunahme .	0,76	0,46	0,72
„ in % .	83	24	55

Die kleineren Eier hatten also die relativ größere Längenzunahme.

Die Eischale ist derb und erscheint dem bloßen Auge glatt. Bei starker Vergrößerung bemerkt man eine feine Riefenzeichnung. Der Embryo ist kaum sichtbar, lediglich gegen Ende der Entwicklung erkennt man oft eine dunkle Stelle. Wenn das Ei verlassen ist, hat die Eihülle eine trübmilchige Farbe.

c) Eilarve

Die Eilarve ist blaß rotgelb bis auf die etwas helleren Flankenhäute. Kopf, Analklappen, Cerci und Brustfüße sind gleich nach dem Verlassen der Eischale gelb, später dunkelbraun. Ebenso gefärbt ist ein stärker chitinisierter Teil jedes Sternites zwischen den Beinpaaren sowie das Pronotum.

Die Abmessungen von 20 Eilarven betrugen in mm:

	Min.	Max.	Mittel
Länge	2,34	5,10	3,27
Kopfkapselbreite .	0,64	0,80	0,74

Je 10 Eilarven wogen:

Min.: 0,005 g Max.: 0,007 g Mittel: 0,006 g

d) II. Larvenstadium

Die Grundfarbe dieses Stadiums ist graugrün. Es tritt hier ein scharf abgesetzter, etwa 0,4 mm breiter dunkelvioletter Rücken- und zwei etwas breitere, ebenso gefärbte Seitenstreifen unmittelbar über den gelben Flankenhäuten auf. Ventral sind die Flanken schmal braun eingefaßt. Die Grundfarbe des Bauches gleicht der des Rückens, ist aber eher etwas gelblicher. Ein Mittelstreifen von gleicher Farbe und Breite wie auf dem

Rücken verläuft über die ganze Bauchseite. Kopfkapsel, Beine, Cerci und Analklappen sind unmittelbar nach der Häutung gelb, später tief dunkelbraun. Die Abmessungen des II. Larvenstadiums betragen in mm:

	Min.	Max.	Mittel
Länge	6,4	8,9	7,2
Kopfkapselbreite . .	0,9	1,1	1,0

e) III. Larvenstadium

In den ersten Tagen nach der Häutung gleicht die Larve ganz dem II. Stadium. Dann aber erfolgt ziemlich rasch eine Umfärbung: Der ganze Rücken ist nunmehr dunkelgraugrün, der nun breitere Rückenstreifen ist dunkelbraun und beiderseits von je einer Reihe gelbgrüner Flecken eingefaßt, die auf den Faltenerhebungen stehen, während die Einbuchtungen der Falten die Grundfarbe aufweisen. Die Ventralseite ist fast wie im vorigen Stadium gefärbt, so daß sie jetzt gegen die hellere Oberseite wesentlich dunkler wirkt. Die gelben Flankenhäute sind geblieben. Die Abmessungen betragen in mm:

Abb. 4. Larvenstadien 1—4

	Min.	Max.	Mittel
Länge	10,2	15,9	12,5
Kopfkapselbreite . .	1,4	1,8	1,69

f) IV. Larvenstadium

Während der Dauer der Fraßperiode gleicht die Larve des IV. Stadiums fast vollständig der des älteren III. Bei den meisten, aber nicht bei allen Tieren ist lediglich die Färbung des Rückens lebhafter geworden, wodurch die Farbkontraste gegen die gelben Flankenhäute stärker hervortreten.

Mit dem Ende der Fraßtätigkeit setzt sehr plötzlich eine starke Umfärbung ein. Die Grundfarbe ist nun ein mehr oder weniger ins Orange spielendes Gelb.

Die Abmessungen dieses Stadiums betragen in mm:

	Min.	Max.	Mittel
Länge	12,3	17,6	14,5
Kopfkapselbreite . .	2,0	2,3	2,14

g) Puppe

Cephaleia alpina bildet eine Pupa libera ohne Kokon. Auch in dieser Eigenart unterscheiden sich die Gespinstblattwespen von den echten Blattwespen, die einen Kokon anfertigen.

Die Puppe ist gelb mit schwarzen Augen. Die Extremitäten liegen frei dem Körper an. Der Hinterleib ist leicht einwärts gekrümmt. Meist findet man die abgestreifte Larvenhaut am Abdomen hängend, wie es Abbildung 5 zeigt. Die Geschlechter der Puppen sind an den Genitalien deutlich unterscheidbar. Auch besteht ein gewisser Größenunterschied, jedoch überschneiden sich die Werte für ♂♂ und ♀♀ weitgehend.

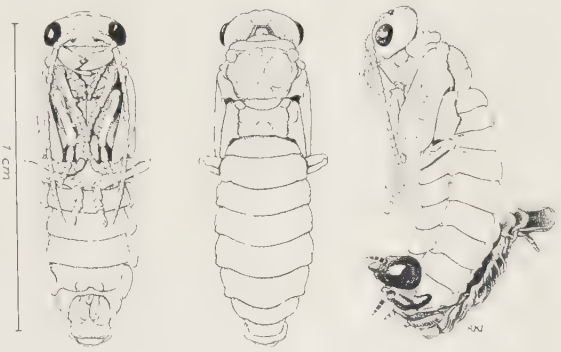


Abb. 5. Puppe, a) ventral b) dorsal c) seitlich, mit anhängender Larvenhaut

Die Längen der Puppen betragen in mm:

	Min.	Max.	Mittel
♂	8,8	11,8	10,3
♀	9,1	13,9	11,2

5. Lebensweise

a) Winterruhe

Die überwinternden Larven findet man fast ausschließlich im Mineralboden; in der Streu liegen sie nur selten. Meist befinden sie sich in einer Tiefe von 5—20 cm. Hier liegen sie meist in der halbeingekrümmten Körperhaltung, wie sie auch für *C. abietis* bekannt ist. In manchen Fällen machen sie sich Erdhöhlen, häufiger jedoch findet man sie ohne solche. Ganz ausgestreckt liegende Larven sind tot.

Im Gegensatz zu der Puppe ist die Larve gegen Witterungseinflüsse im Boden weniger empfindlich. Zuchten im Institut zeigten, daß sie starke Durchfeuchtung wie auch Lagerung in trockener Streu einige Tage zu vertragen imstande sind. Dauerdurchfeuchtung von mehr als 10 Tagen allerdings vertrugen sie ebensowenig wie längeres Liegen an trockener Luft. Bei 18° starben bei weniger als 65 % relativer Luftfeuchtigkeit alle fünf Erdlarven am vierten Tage nach dem Ende der Fraßtätigkeit. Im Zwölferschen Hygrostaten hielten sie sich bei 90 % und 100 % rel. Luftfeuchtigkeit und gleicher Temperatur unbegrenzt.

Alle bekannten Lydiden haben die Eigenheit des Überliegens, so auch *C. alpina*. Die Larven, die sich im kommenden Frühjahr verpuppen werden, pflegt man bereits Monate vorher an den sog. Puppenaugen zu bestimmen. Eine solche Bestimmung erwies sich bei *C. alpina* als nicht genügend sicher. Bei etwa der Hälfte der 300 Larven, die im Institut gehalten wurden, war das Vorhandensein oder Fehlen der Puppenaugen erkennbar, bei der anderen Hälfte jedoch war die Kopfkapsel derart dunkel gefärbt, daß die Feststellung der Puppenaugen ganz unsicher oder gar unmöglich war. Auf diese Erschwerung der Prognose wird später noch eingegangen werden.

Die Dauer der Winterruhe beträgt 8 Monate, nämlich von Ende Juli bis Ende März.

Am 2. April 1949 kam eine größere Zahl von Larven ins Institut, die am Tage zuvor dem Boden entnommen worden waren. Unter dem Material befand sich auch bereits eine Puppe.

Die Larven wurden, da noch keine Zuchterfahrungen mit *C. alpina* vorlagen, unter verschiedenen Bedingungen der Temperatur und Feuchtigkeit gehalten. Die Verpuppung begann bei den Larven, die unter höheren Temperaturen gehalten wurden, am 4. April. Es zeigte sich sehr bald, daß die Puppen gegen höhere Temperaturen und geringere Luftfeuchtigkeiten wesentlich anfälliger sind als die Larven. Im geheizten Raum bei 22° und 55 % rel. Luftfeuchtigkeit starben sie alle entweder während der Verpuppung oder gleich nach diesem Vorgang. Wurde bei gleicher Temperatur die Feuchtigkeit wesentlich erhöht, so war eine Schimmelbildung nicht zu vermeiden.

Bei niedrigeren Temperaturen dagegen konnten die Zuchten mit erträglichen Verlusten zu Ende geführt werden. Eine Übersicht über den Verlauf der Verpuppung und die Dauer der Puppenruhe unter zwei verschiedenen Temperaturverhältnissen vermitteln nachstehende Tabellen.

Tabelle 1

Entwicklungsverlauf der *C. alpina* Kl. im Laboratorium

Tag	Temp.	Verp.	Geschlüpft	Temp.	Verp.	Geschlüpft
4. 4.	14°	1		11°		
5. 4.	14°	2		11°		
6. 4.	13°	5		11°	1	
7. 4.	15°	3		10.5°	3	
8. 4.	13°	10		9.5°	4	
9. 4.	15°	10		10°	3	
10. 4.	13°	4		10°	5	
11. 4.	13°	2		10°	6	
12. 4.	13°			10°	3	
13. 4.	14°			10°	8	
14. 4.	14.5°			11°	11	
15. 4.	14.5°			12°	12	
16. 4.	15°			12°	5	
17. 4.	16°			12°	4	
18. 4.	16°			12°	1	
19. 4.	14.5°		1 ♂	12°		
20. 4.	15°		1 ♂	14°		
21. 4.	12°		2 ♂ ♂	12°		
22. 4.	13°		2 ♂ ♂ 1 ♀	12°		
23. 4.	12°		1 ♂ 1 ♀	11°		6 ♂ ♂
24. 4.	13°		4 ♂ ♂ 2 ♀♀	10°		4 ♂ ♂
25. 4.	14°		1 ♂ 5 ♀♀	10°		2 ♂ ♂
26. 4.	14°		1 ♂ 1 ♀	11°		3 ♂ ♂ 1 ♀
27. 4.				11°		2 ♂ ♂ 2 ♀♀
28. 4.				10.5°		1 ♂ 2 ♀♀
29. 4.				11°		2 ♂ ♂ 2 ♀♀
30. 4.				?		? ?
1. 5.				?		? ?
2. 5.				12°		3 ♂ ♂ 2 ♀♀
3. 5.				12°		1 ♂ 2 ♀♂
		37	23,		66	35,
		davon:	13 ♂ ♂ : 10 ♀♀		davon:	24 ♂ ♂ : 11 ♀♀

Die Verpuppung verlief somit bei einer Temperatur von durchschnittlich 14° in der Zeit vom 4. bis 12. April mit dem Höhepunkt am 8. und 9. April; bei einer Temperatur von durchschnittlich 11,5° zog sich die Verpuppung vom 6. bis 18. April hin mit dem Höhepunkt vom 13. bis 16. April. Die Puppenruhe betrug im ersten Fall 14, im zweiten Fall 16 Tage. Im Freiland bei den wesentlich niedrigeren Bodentemperaturen verlängern sich die Fristen. Die Verhältnisse im Befallsgebiet werden im II. Teil dargelegt.

Der Vorgang der Verpuppung verläuft folgendermaßen: Die Larve krümmt sich stark im Thorax, wodurch hier die Larvenhaut aufreißt, so daß der Rücken aus dem Spalt etwas hervortritt. Durch weiteres Krümmen entsteht ein Medianriß in der Kopfkapsel, der sich erweiternd Hinterhaupt und Stirn erfaßt und so die Kopfkapsel in zwei Hälften spaltet. Schließlich platzt sie ganz auseinander und die Larve streift die Exuvie zum Abdomen hin ab. Am Abdomen hängt sie dann oft noch längere Zeit, nicht selten bis zum Schlüpfen der Imago aus der Puppenhaut. Der ganze Vorgang dauert sehr unterschiedliche Zeit, meist 4—8 Stunden.

b) Die Verwandlung zur Imago

Der Übergang vom Puppenstadium zur Imago ist für die *C. alpina* rein äußerlich ein recht einfacher Vorgang, denn sie hat sich nicht aus einem Kokon zu befreien, sondern lediglich die Puppenhaut abzustreifen. Diese ist, anders als die derbe Haut der Winterlarve, nur ein zartes, weiches Gebilde. Voran geht bereits der Beginn der Ausfärbung, der etwa 36 Stunden vor dem Abstreifen der Larvenhaut einsetzt, indem die Sternite und Tergite des Thorax eine dunklere Farbe annehmen, die dann auch auf Kopf und Abdomen übergreift und schließlich die Gliedmaßen erfaßt. Diese gewinnen dabei zunehmend an Festigkeit und Beweglichkeit und nehmen am Abstreifen der Exuvie lebhaften Anteil. Schließlich werden die Flügel entfaltet, die zunächst gelb und weichhäutig sind, aber schon nach wenigen Stunden die Form und Farbe des Endstadiums annehmen. Im Freiland erfolgen alle diese Vorgänge im Boden, so daß die Imago als völlig fertiges, auch voll flugfähiges Insekt ans Licht kommt.

Auch das Erscheinen der Imagines ist von den Witterungsverhältnissen abhängig. Die Fangrahmen im Befallsgebiet ergaben deutlich, daß die Imagines vorwiegend in den warmen Mittagsstunden den Boden verlassen. Dies besagt aber nichts über den tatsächlichen Vorgang des Schlüpfens der Imago, denn erfahrungsgemäß halten sich die fertigen Imagines bei kaltem Wetter länger im Boden als bei warmem, wie überhaupt anzunehmen ist, daß die Befreiung der Imagines aus dem Boden auf einen Wärmereiz hin erfolgt, der sie veranlaßt, in Bodenzonen höherer Wärme, d. h. die oberen Schichten, zu kriechen, wobei sie schließlich das Freie erreichen. So mag es kommen, daß man an Tagen mit vorangegangener kühler Witterung oft die dreifache bis fünffache Zahl von Imagines im Boden findet, als in längeren warmen Perioden. Die Einzelheiten der Schlüpftätigkeit bei der Massenvermehrung in Barlohe sind im II. Teil dargestellt.

c) Schwärmen und Copula

Das Schwärmen der *Cephaleia alpina* findet ausschließlich in Bodennähe statt. Auch hierin ähnelt das Verhalten dieser Art dem der verwandten *C. abietis*. Die Männchen sind hierbei die aktiveren, jedoch kann

man nicht sagen, daß die Weibchen weniger flugtüchtig sind als die Männchen (wie es bei *C. abietis* der Fall sein soll). Ich konnte mehrfach ♀♀ beobachten, die 30 Meter gerader Flugstrecke in beträchtlicher Geschwindigkeit zurücklegten. Doch ist dieses Verhalten selten. Meist sitzen sie träge auf der Spitze von Grashalmen oder niedrigen Zweigen, während die Männchen um sie herumschwärmen. Die wechselnden Witterungsverhältnisse gaben mehrfach Gelegenheit, die Aktivität der Imagines unter verschiedenen Temperaturen im Freiland zu beobachten. Die Ergebnisse werden unter dem Abschnitt „Ökologie" (S. 228) dargestellt werden.

Auch die Copula vollzieht sich in Bodennähe, meist an Grashalmen, Zweigen, Reisighaufen usw., nie im Fluge. Stets umschwärmen mehrere (bis zu 30 waren zu beobachten) Männchen ein Weibchen, das selbst ruhig sitzt. Nähert sich ein ♂ dem ♀, so beginnt eine Art Balzspiel, das damit anfängt, daß das ♀ von dem ♂ mit den Fühlern von hinten betrillert, bisweilen auch mit den Vorderfüßen bestiegen wird. Diese Annäherungsversuche werden von dem ♀ zunächst durch heftiges Flügelschlagen abgewehrt. Das Spiel wiederholt sich — oft mit mehreren Männchen nacheinander oder zugleich — mehrere Male, bis sich ein ♂ dem ♀ seitlich oder von hinten so nähert, daß es seine Hinterleibspitze unter die des ♀ schieben kann, um sofort mit den äußeren Haltezangen zuzugreifen. Jetzt ist die Copula soweit eingeleitet, daß ein Widerstand des ♀ vergeblich wäre, meist auch gar nicht mehr versucht wird. War die Annäherung an das ♀ eine seitliche, so wird erst jetzt die Copulationsstellung eingenommen, bei der die Körper beider Partner eine Linie bilden, sie selbst mit den Köpfen in die entgegengesetzte Richtung blicken.

Jetzt erfolgt die Immissio penis und die Spermaübertragung, die sich ohne sichtbare Copulationsbewegungen vollzieht. Der Vorgang dauert im Mittel zahlreicher Beobachtungen 2—3 Minuten. Nach Ablauf dieser Zeit beginnt das ♀ unruhig zu werden und bemüht sich durch Fortlaufen und schließlich heftige streichende Bewegungen mit den Hinterbeinen das ♂ loszuwerden. Das ♂, das mit seinen Haltezagen das ♀ noch eine Weile festhält und sich oft eine ganze Strecke mitschleppen läßt, gibt dann aber das ♀ bald frei. (Ähnliche, wenn auch weniger detaillierte Beobachtungen teilt SCHWERDTFEGER [1941] für *A. erythrocephala* L. mit.) Die Copula wurde bei Temperaturen über 15° zu allen Tageszeiten beobachtet. Ob die ♀♀ mehrfach begattet werden, war nicht feststellbar. Gegen Ende der Flugzeit, Ende Mai, habe ich trotz noch reichlich vorhandener ♂♂ niemals mehr Copulationen beobachten können.

d) Lebensdauer der Imagines

Über die Lebensdauer der Imagines konnten im Institut einige Feststellungen getroffen werden. Sämtliche Versuchstiere wurden in großen Petrischalen, die bisweilen belüftet wurden, auf angefeuchtetem Fließpapier bei 18° C und 70 % rel. Luftfeuchtigkeit gehalten. Sie hatten als Nahrung Zuckerstücke, die auch angenommen wurden. Von den Männchen hatten die ersten drei der nachstehenden Tabelle am 22. April copuliert, die anderen beiden nicht. Von den Weibchen hatten nur die ersten beiden copuliert. Eiablagen fanden weder vor noch während des Versuches statt.

Wenn auch das erste ♂ eine überraschend lange Lebensdauer hatte, so liegen doch allgemein die Zahlen der Lebenstage bei den ♂♂ niedriger

(unter 10 Tagen) als bei den ♀♀ (10 Tage und länger). Die Lebensdauer im Freiland konnte nicht ermittelt werden.

Tabelle 2
Lebensdauer von 10 Imagines der *C. alpina*

Geschlecht	Geschlüpft	Gestorben	Lebensdauer
♂	22. 4.	2. 5.	10 Tage
♂	22. 4.	28. 4.	6 „
♂	24. 4.	25. 4.	1 „
♂	24. 4.	26. 4.	2 „
♂	24. 4.	28. 4.	4 „
♀	22. 4.	3. 5.	11 „
♀	22. 4.	2. 5.	10 „
♀	22. 4.	4. 5.	12 „
♀	25. 5.	6. 6.	12 „
♀	26. 5.	5. 6.	10 „

e) Eiablage

Vor der Eiablage machen die ♀♀ eine postmetabole Entwicklung durch, während derer in den Ovarien bedeutsame Veränderungen vorgehen: Ein Teil der angelegten Eier entwickelt sich zur Legereife, der Rest degeneriert.

aa) Eizahl

Die frischgeschlüpften ♀♀ enthalten in jedem Ovar 7 Ovariolen, von denen jedes terminal (zum Ovidukt hin) ein grasgrünes, großes Ei enthält, danach ein gelbgrünes kleineres von birnförmiger Gestalt, sowie weiter distal vier hyaline, sehr kleine und rundliche. Dies dürfte der Normaltypus sein, von dem es jedoch mannigfache Abweichungen gibt, indem beim Schlüpfen der Imago aus der Puppenhaut mehr oder weniger zahlreiche Eier fertig ausgebildet sind. Solche Unterschiede, die häufig anzutreffen waren, bestimmen natürlich die Zahl der am ersten Tage der Eiablage abgelegten Eier sowie die Dauer der postmetabolen Entwicklung.

Es sind somit je Weibchen 84 Eier vorgebildet, nämlich sechs je Ovariole; in jedem der beiden gleich ausgebildeten Ovarien befinden sich sieben Ovariolen.

Bei 3 Tage alten Weibchen, die noch nicht zur Eiablage gekommen waren, fand ich dagegen folgende Eizahlen im Abdomen:

24	33	38	44
28	33	38	44
30	35	40	46
30	35	41	46
32	37	41	49

Danach ist mit einer durchschnittlichen Eizahl von 37 zu rechnen. Während der postmetabolen Entwicklung reifen somit — je nach Ernährungszustand und Witterung — je Ovariole 2—3 Eier heran, selten im einzelnen mehr.

Das Heranreifen der Eier ist mit folgender Größenzunahme verbunden (jeweils die größten der im Abdomen vorgefundenen Eier wurden gemessen):

Puppe	0,70	0,70	0,72	0,84	0,88	mm
Frischgeschl. Imago .	0,92	1,12	1,14	1,16	mm	
Dreitägige Imago .	1,72	1,72	1,76	1,77	1,82	1,86 mm

Von großem Interesse ist die Frage, ob im Normalfall alle legereifen Eier abgelegt werden oder ob die ♀♀ auch ohne gewaltsamen Tod mit einem Rest nichtabgelegter Eier zugrunde gehen. Um diese Frage zu klären, wurden gegen Ende der Flugzeit wahllos 50 ♀♀ gefangen und geöffnet.

Unter diesen Tieren befanden sich 5 Stücke mit ganz leerem Abdomen, 3 mit je nur 1 Ei und 2 mit je nur 2 Eiern. Die übrigen ♀♀ wiesen Eizahlen von über 3 bis zu 40 Eiern auf. Damit ist nachgewiesen, daß die ♀♀ der *C. alpina*, wenn sie nicht einen vorzeitigen Tod erleiden, ihren ganzen Eivorrat abzulegen imstande sind. Man wird also für prognostische Zwecke mit der angegebenen mittleren Eizahl von 37 zu rechnen haben.

bb) Vorgang der Eiablage

Zur Eiablage begeben sich die Weibchen an die Zweige der Lärchen. Sie scheinen dabei durch Licht- oder Wärmereize gelenkt zu werden, denn es werden die höheren Kronenteile und die Außenzweige der Lärchen bevorzugt angenommen. Die ♀♀ scheinen in Etappen zu den Kronen aufzusteigen: Ich konnte diesen Vorgang nur ein einziges Mal beobachten und sah dabei, daß zunächst ein Ei an einem bodennahen Zweig abgelegt wurde, dann ein weiteres in halber Höhe des Baumes. Danach suchte das ♀ die oberste Baumkrone auf, wo ich es aus den Augen verlor. Man findet im übrigen eine gewisse Zahl von Eiern stets an den bodennahen Zweigen, die Zahl dieser Eier ist aber wesentlich geringer, als die an den höheren Baumteilen.

Eine Auswahl der Nadel, an der das ♀ ablegen will, scheint nur insofern stattzufinden, als besonders kleine, unentwickelte Nadeln ebenso vermieden werden wie trockenspitzige und ganz trockene. Im übrigen werden die Außennadeln eines Kurztriebes bevorzugt, was aber wohl daran liegt, daß sie leichter zugänglich sind als die inneren.

Das ♀ erklimmt zur Eiablage eine Nadel so, daß es auf deren Spitze, den Kopf dieser zugewandt, zu sitzen kommt. Die 3 Beinpaare umklammern das oberste Ende der Nadel, während das Abdomen auf diese herabgekrümmt wird. Nun klappen die beiden Sägescheiden, welche bisher den Legeapparat fast gänzlich verborgen hielten, auseinander und legen sich dabei der Nadel als Stütze an, während die Legesäge in Tätigkeit tritt. Das ♀ fertigt auf diese Weise einen winzigen Schlitz in der Breitseite der Nadel an. Dies geschieht unter regelmäßigen, schwachen Bewegungen des Hinterleibs. Danach drückt das ♀ eine schwarze Schmiere aus, die beiderseits der Legesäge aus dem Abdomen tritt. Der Hinterleib wird dabei ganz still gehalten, von einem „Einreiben" der Nadel mit dieser Kittmasse, wie es für *C. abietis* angegeben wird, kann hier nicht die Rede sein. Meist wird beiderseits des Sägeschlitzes — oberhalb und unterhalb — je ein Klecks aufgetragen, oft geschieht das aber nur oberhalb des Schlitzes, also an dem der Nadelspitze zugekehrten Ende. Die Anordnung der Kittmasse auf der Nadel ist durch die Art des Austritts aus dem Abdomen (beiderseits der Legesäge) etwa hufeisenförmig (Abb. 3).

Nun erst tritt zwischen den Sägeblättern langsam das Ei heraus, das waagerecht auf die Nadel geschoben wird, bis die beiden Pole auf der Kittmasse liegen. Der kleine Buckel des Eies gleitet dabei meist, aber nicht immer in den Sägespalt der Nadel hinein.

Bei den echten Blattwespen hat die Anfertigung des Sägeschlitzes zweifellos zwei Funktionen: Der Schlitz soll das Ei wenigstens teilweise aufnehmen und es somit an der Nadel befestigen, teilweise auch verbergen; daneben gewährt das Einschieben des Eies in einen Schlitz im lebenden Gewebe auch eine ständig feuchte Umgebung des heranwachsenden Embryo

und ermöglicht die bei den Hautflüglern vielfach beobachtete Flüssigkeitsaufnahme des Eies im Laufe der Entwicklung.

Durch die Ausscheidung einer Kittsubstanz, welche das Ei auf der Nadel sehr fest aufklebt, ist die erste Funktion des Sägeschlitzes bei den Gespinstblattwespen entbehrlich. Nicht so aber die zweite. Die bei den Gespinstblattwespen, und so auch bei *C. alpina*, viel schwächer als bei den echten Blattwespen ausgebildete Legesäge fertigt den kleinen Schlitz in die Nadel, die lediglich den an der konkaven Seite des Eies befindlichen kleinen Buckel aufnimmt. Diese Verbindung zwischen Ei und Nadel sichert die Feuchterhaltung und die Flüssigkeitsaufnahme des Embryos während der Entwicklung. Bisweilen gelingt es übrigens nicht, den Buckel in den Sägeschlitz einzuschieben, sei es, daß die Kittmassen zu stark aufgetragen sind und nun wie zwei Polster wirken, zwischen denen der Buckel des Eies gar nicht mit dem Schlitz in Berührung kommt, sei es, daß das Ei etwas ungleichmäßig auf die Nadel geschoben wird. Solche Fälle waren mehrfach zu beobachten. Aber auch dann ist das Ei keineswegs dem Vertrocknen ausgesetzt. Aus dem Sägeschlitz tritt vielmehr bald ein gelblicher Gewebesaft, der die ganze Unterseite des Eies einbettet und noch seitlich hervorquillt. Der Gewebesaft wird aus dem Schlitz ständig ergänzt, so daß auf diese Weise das Ei stets in Berührung mit einem flüssigen Medium ist und sich normal entwickeln kann.

Meist werden die Eier an die Nadelunterseite gelegt, was aber wohl nur darauf beruht, daß das ♀ auf der Suche nach einem geeigneten Ort zur Eiablage beim Erklimmen eines Kurztriebes zuerst an der Nadelunterseite hochläuft und dann gleich hier das Ei ablegt. An den Innennadeln des Kurztriebes, an denen die Nadeloberseiten besser erreichbar sind, liegen die Eier meist oberseits.

Nach der Ablage eines Eies begibt sich das ♀ stets ein beträchtliches Stück von dem Ort der Ablage weg, meist laufend, seltener fliegend. Es wird immer nur ein Ei an eine Nadel abgelegt. Findet man an einem Kurztrieb oder gar an einer Nadel mehrere Eier, so stammen diese stets von zeitlich verschiedenen Eiablagen, im Freiland wohl meist von verschiedenen ♀♀. Die Tiere pflegen übrigens nie zu beachten, ob an einer Nadel, an welcher sie ablegen, bereits ein Ei befestigt ist. Oft findet man zwei verschieden alte Eier unmittelbar übereinander.

cc) Dauer der Eiablage

Die Zeitdauer der einzelnen Eiablage beträgt etwa 2 Minuten. Das Ablagegeschäft zieht sich mehrere Tage hin. In verschiedenen Zwingerversuchen legten 3 ♀♀ an warmen Frühlingstagen (Höchsttemperatur gegen Mittag 26°), je 9, ein weiteres 10 Eier am ersten Tage ab. Der weitere Verlauf konnte nicht beobachtet werden, da regnerisches Wetter einsetzte, bei dem Eiablagen ganz ausblieben und die ♀♀ starben, offenbar infolge der ungünstigen Bedingungen im Zwinger. Bei einem anderen ♀, das im Freiland dem Boden entnommen worden war und erst nach 5 Tagen zur Eiablage kam, wurden am Nachmittag des ersten Ablagetages 14 Eier gefunden. Am zweiten Tage legte es noch 3 Eier, danach starb es.

dd) Parthenogenese

Von vornherein war zu vermuten, daß auch bei *C. alpina* eine parthenogenetische Eientwicklung möglich sein würde. Zur Bestätigung der

Vermutung wurden 2 ♀♀ dem Boden entnommen, wo ja eine Copula ganz ausgeschlosssen ist, und in großen Glasgefäßen an Lärchenzweige gesetzt. Es erfolgten auch bald Eiablagen. Die Eier entwickelten sich normal und ergaben Larven, die sich in nichts von den aus befruchteten Eiern gezogenen unterschieden. Das Geschlecht der parthenogenetisch erzeugten Tiere läßt sich noch nicht feststellen.

f) Eientwicklung und Schlüpfen der Eilarven

Bald nach dem Beginn der Eiablage mußte ich das Befallsgebiet für einige Zeit verlassen, ohne das Schlüpfen der Eilarven an Ort und Stelle beobachten zu können. Es wurden daher Zweige mit Eiern in das Institut mitgenommen; dabei handelte es sich um solche Eier, die teils in Zwingern, teils ohne solche, unter Beobachtung am 4. und 5. Mai abgelegt worden waren. Zudem wurden im Freiland einige Gelege aus den gleichen Tagen markiert, damit später der Entwicklungsgang festgestellt werden konnte. Im Institut wurden die am 11. Mai abgeschnittenen Zweige in Wasser gestellt und teilweise bei 18°, teilweise bei 15° gehalten. Als am 19. Mai noch keine Larven geschlüpft waren, wurden einige Eier geöffnet, die Embryonen in noch ziemlich unvollkommen entwickeltem Zustand enthielten. Am 21. Mai hatten die meisten Zweige einen solchen Welkezustand erreicht, daß zahlreiche Eier zu vertrocknen begannen. Um die restlichen zu retten, wurden die Zweige unter eine große Glasglocke gesetzt, wo die Eier zwei Tage später verschimmelt waren. Darauf reiste ich erneut ins Befallsgebiet, wo ich am 25. Mai trotz gründlicher Nachsuche nur eine einzige Eilarve fand. Wann das Ei abgelegt worden war, ist mir unbekannt. Die markierten Eigelege hatten zwar beträchtlich an Größe zugenommen, aber keine Eilarven entlassen. Dies geschah erst zwischen dem 27. Mai und dem 1. Juni. Danach betrug die Eidauer im Freiland 24—26 Tage. Diese auffallend lange Eizeit ist zweifellos durch die während des ganzen Mai herrschende kühle und feuchte Witterung bedingt gewesen, immerhin ist zu beachten, daß auch unter den gleichmäßigen Laboratoriumsbedingungen am 19. Mai, also nach 14 Tagen, die Entwicklung der Eier noch keineswegs abgeschlossen war. Bei späteren Zuchten von Eiern, die im Laboratorium abgelegt worden waren — den bereits erwähnten unbefruchteten Eiern —, stellte ich bei etwa 18° eine Eidauer von 17 Tagen fest. Somit wird man für normale Maiwitterung bei *C. alpina* mit einer Eidauer von rund 21 Tagen rechnen müssen.

Das Schlüpfen der Eilarven konnte mehrfach beobachtet werden. Es fand zu allen Stunden des Tages statt, in der Nacht schien es nicht zu erfolgen. Zu Beginn entsteht, wohl durch die Arbeit der Mundwerkzeuge, ein unregelmäßiger Spalt an dem der Nadelspitze zugekehrten Pol des Eies, der sich allmählich erweitert und die gelbe Kopfkapsel der Eilarve hindurch läßt; nun schiebt sich die Larve unter lebhaften Bewegungen sehr allmählich weiter hervor und befreit den Thorax mit den Extremitäten aus der Eischale. Die Larve liegt stets mit dem Kopf der Nadelspitze zugekehrt, den Rücken der Nadelfläche zugewandt im Ei. Der sehr große, den Leib weit überragende Kopf ist gelb, nur die Augen sind schwarz. Die gelben Fühler und die ebenso gefärbten Brustfußpaare stehen deutlich von Kopf und Thorax ab und werden bei Berühren der Larve lebhaft bewegt. Thorax und Abdomen haben eine schmutzig gelbliche bis rötliche oder rotgelbe Färbung.

Die Larve arbeitet sich durch Dehnen und Drehen des Körpers langsam aus der Eischale heraus, bisweilen auch durch ein ruckartiges Schlagen des Vorderleibes. Noch während sie teilweise in der Eihülle steckt, beginnt sie zu spinnen. Sie berührt beiderseits des Körpers die Nadelfläche mit den Mundteilen und heftet dort Spinnfäden an, so ein sehr lockeres Gespinst aus nur einzelnen Fäden anfertigend. Sobald sie sich ganz aus der nun hyalinen Eischale befreit hat, hält sie sich an den Gespinstfäden fest und dreht sich so um, daß sie nun zwar noch den Rücken der Nadel zukehrt, aber den Kopf der Nadelbasis zuwendet. Jetzt bewegt sie sich, über sich selbst strickleiterartig Fäden spinnend, die sie beiderseits ihres Körpers an der Nadel befestigt, auf dem Rücken gleitend die Nadel herab bis zur Basis des Kurztriebes. Der Vorgang des Schlüpfens aus dem Ei dauert mehrere Stunden, die Bewegung zur Kurztriebbasis dagegen selten länger als zwei Minuten.

Tabelle 3. Verlauf der Larvenentwicklung bei *C. alpina*

Dat.	Temp. (°)	Luftf. (%)	Nummern der Larven														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
27. 5.	18	63			=					=							
28. 5.	17	65							=					=			=
29. 5.	18	60															
30. 5.	19	58															
31. 5.	19	56															
1. 6.	17	60	=	=						1	=		=			=	1
2. 6.	18	62			1	=	=	=				=					
3. 6.	20	58							1					1			
4. 6.	18	60							tot								
5. 6.	18	63	1	1									1			1	
6. 6.	17	66				1	1				1				1		2
7. 6.	18	65						1		2		1					
8. 6.	19	64			2									2			
9. 6.	18	63	tot													tot	
10. 6.	18	60															
11. 6.	17	63		2		2							2		2		
12. 6.	17	66					2	2				2					3
13. 6.	19	64			3					3	2						
14. 6.	19	63												3			
15. 6.	18	60															
16. 6.	19	58															
17. 6.	18	65		3		3						3	3		3		
18. 6.	16	65					3	3			3						
19. 6.	17	59								0							
20. 6.	19	60															
21. 6.	19	64															
22. 6.	18	65			0									0			0
23. 6.	17	65															
24. 6.	17	66										0					
25. 6.	17	62				0					0		0		0		
26. 6.	17	60		0			0										
27. 6.	18	60						0									

Zeichenerklärung:

= geschlüpft
1. = 1. Häutung 3. = 3. Häutung
2. = 2. Häutung 0. = Fraß beendet

g) Entwicklung der Larvenstadien

An der Basis des Kurztriebes angelangt, beginnt die Larve mit der Herstellung einer Gespinströhre. Hierzu zieht sie zunächst eine Reihe von Querfäden über den Leib, die beiderseits am Zweig befestigt werden. Danach spinnt sie einige Längsfäden, die sie an Kreuzungspunkten mit den Querfäden anheftet. Die Gespinströhre bleibt zunächst locker und wird im Laufe des weiteren Larvenlebens ständig verdichtet und verlängert. Verläßt die Larve den Kurztrieb, so geschieht dies meist mit Hilfe einfacher, strickleiterartiger Gespinstbrücken. Nur selten, und nur dann, wenn der Kurztrieb, den sie zu weiterem Fraß aufsucht, sehr nahe an den ersten ist, verlängert sie einfach die bisher benutzte Röhre zu dem zweiten Kurztrieb hin. Meist aber verbringt die Eilarve das ganze Stadium an einem einzigen Kurztrieb, und zwar fast immer an dem, an welchem sie aus dem Ei geschlüpft ist. Zur Häutung verdichten die Eilarve wie auch die übrigen Stadien die Gespinströhre stärker, als es sonst der Fall ist.

Die Entwicklung der Larven wurde unter zwei verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Laboratorium verfolgt. Als Fraßmaterial dienten Zweige von *Larix leptolepis*, die aus dem Botanischen Garten der Forstlichen Fakultät stammten. Die Zweige standen in wassergefüllten Glasgefäßen, die ihrerseits in mit Drahtgaze bespannten Zuchtkästen aufgestellt waren. Eine Übersicht über den Entwicklungsgang der Larven gibt Tabelle 3.

Hieraus ergibt sich:

Tabelle 4

Entwicklungsdauer der Larvenstadien

Dauer des	Nummer															Durchschnitt
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I. Stadiums	4	4	6	4	4	5	6	5	5	5	4	6	4	4	4	4.6
III. Stadiums		6	6	5	6	6		6	7	5	6	5	5		5	5.7
III. Stadiums		6	5	6	6	7		6	5	5	6	6	6		7	5.9
IV. Stadiums		8	9	7	8	7		5	7	7	8	8	8		9	7.6
Gesamtdauer		24	26	22	24	25		22	24	22	24	25	23		25	23.8

= durchschnittlich: 24 Tage

Für 7 Larven, die im Keller des Instituts gehalten wurden, habe ich leider nicht die Dauer der einzelnen Stadien festgehalten, sondern nur die Gesamtentwicklungszeit der Larven. Die Temperatur betrug hier: An 3 Tagen 13°, an 8 Tagen 14°, an 16 Tagen 15° und an 4 Tagen 16°. Der Hygrograph zeigte fast ohne Schwankungen eine rel. Luftfeuchtigkeit von 72—75 %.

Die Dauer der Gesamtentwicklung betrug:

Nr. 1 . . . 28 Tage
„ 2 . . . 28 „
„ 3 . . . 30 „
„ 4 . . . 31 „
„ 5 . . . 27 „
„ 6 . . . 26 „
„ 7 . . . 28 „
= durchschnittlich: 28 Tage

Vom Eilarvenstadium an sind die Larven der *C. alpina* im Gespinst sehr behende. Sie bewegen sich durch Schlängeln unter Zuhilfenahme der Extremitäten rasch im Gespinst fort, wenn sie irgendwie gestört werden, und zwar nach rückwärts wie nach vorn in gleicher Weise, jeweils in die dem Reiz entgegengesetzte Richtung. Eine Schreckstellung, wie z. B. die echten Blattwespen sie bei Beunruhigung einnehmen, hat *C. alpina* nicht.

h) Fraß

aa) Monophagie

Zur Feststellung, ob außer der Gattung Larix noch weitere Fraßpflanzen angenommen werden, wurden je 2 Eilarven kurz nach dem Schlüpfen an Zweige von *Picea excelsa* und *Abies pectinata* gesetzt. An den Zweigen waren sowohl alte als auch diesjährige Nadeln.

An Picea spannen beide Larven lebhaft, die eine nagte auch ein wenig an einer jungen Nadel, während die andere keine Anstalten zu fressen machte. Nachdem eine Nadel angeschnitten war, fraß auch die andere an der Schnittstelle ein wenig, verließ sie aber bald. Am nächsten Morgen (nach 20 Stunden) hingen beide Larven tot im Gespinst.

An Abies ergab sich dasselbe Bild. Nachdem auch hier einer Nadel eine Schnittstelle beigebracht worden war, an der eine Larve etwa eine Stunde gefressen hatte, verhielten sich beide Tiere passiv. Am Morgen des nächsten Tages lebte nur noch eine Larve, die danach, an Larix gesetzt, am folgenden Tage ebenfalls tot war.

Ein weiterer Versuch wurde mit 2 Larven des III. Stadiums an Fichte unternommen. Diese lebten 5 Tage an dem Fichtenzweig; sie befraßen in dieser Zeit mehrere Nadeln schartig, konnten sich aber an der fremden Fraßpflanze nicht hinreichend ernähren. Die eine der beiden Larven war am Ende des fünften Tages tot, die andere sehr schwach. Nachdem sie an Lärche gesetzt worden war, vermochte sie keine Nahrung mehr aufzunehmen und war am folgenden Tage ebenfalls tot. Die Larven hatten an Fichte verhältnismäßig wenig gesponnen, das Gespinst war locker und unregelmäßig. Beide Larven hatten sich am zweiten bzw. dritten Tag, nachdem sie an Fichte gesetzt worden waren, gehäutet.

Auch im Freiland fand ich vielfach an unterständigen Fichten und Sitkafichten Larven verschiedener Stadien in lockeren Gespinsten. Die überwiegende Mehrzahl war tot, nachdem die Fichten in geringem Maße schartig befressen worden waren. Einzelne Nadeln waren auch abgebissen worden. Die noch lebenden Larven waren offensichtlich erst kurz vorher auf die Fichten gelangt. Parallele Fraßversuche an europäischer und japanischer Lärche zeigten, daß hinsichtlich der Lärchenart von der Blattwespe keine Unterschiede gemacht werden.

Zur Ergänzung der Monophagieversuche wurden noch Eiablageversuche an Fichte ausgeführt. Nachdem im Freiland an den Fichten und Sitkafichten, die in den Lärchenbeständen einzeln und in kleinen Gruppen verteilt sind, niemals Eier gefunden worden waren, mußte festgestellt werden, ob tatsächlich an anderen Holzarten als der Lärche keine Eier abgelegt werden. Hierzu wurde ein ♀ in einen Käfig an einen Fichtenzweig gesetzt. Das Tier lief unruhig an Zweig und Nadeln auf und ab, legte aber kein Ei. Dies erfolgte aber sofort, nachdem ein Lärchenzweig hinzugelegt worden war. Das ♀ suchte diesen Zweig übrigens nicht sogleich auf, sondern stieß

erst bei einem planlosen Umherlaufen auf ihn, begann aber dann unverzüglich mit der Eiablage. Nach Entfernung des Lärchenzweiges fand keine Eiablage statt. Der nach einigen Stunden erneut hinzugelegte Lärchenzweig wurde wieder zur Eiablage benutzt, ein Sitkafichtenzweig dagegen verschmäht. Nun wurden dem ♀ die Fühler amputiert. Hiernach fanden überhaupt keine Eiablagen mehr statt, auch nicht an Lärche. Das ♀ enthielt nach seinem Tode im Abdomen noch 23 legereife Eier.

bb) Fraßart

Auch in der Art des Fraßes unterscheiden sich die Gespinstblattwespen außerordentlich von den echten Blattwespen. *Pachynematus imperfectus* Zadd. z. B. — eine echte Blattwespe, die in Barlohe zusammen mit *C. alpina* auftrat —, beginnt stets an der Nadelspitze und frißt die Nadel allmählich bis auf einen kurzen Stumpf herunter. *Nematus erichsoni* — eine Lärchenblattwespe, die sowohl bei uns als auch besonders in Nordamerika Kahlfraßschäden anrichtet — frißt zunächst Scharten und Rinnen in die Nadel, in älteren Stadien vertilgt sie die Nadeln ganz. Bei *C. alpina* verläuft der Fraß wesentlich anders. Nachdem die Eilarve, wie oben geschildert, an der Basis eines Kurztriebes angelangt ist und dort ein lockeres Gespinst angelegt hat, begibt sie sich an die Ansatzstelle einer Nadel und beißt diese hier ab. Dieser Vorgang — eine erstaunliche Leistung der winzigen Mundwerkzeuge — dauert 3—5 Stunden, stets von Pausen unterbrochen, in denen teilweise an der Verbesserung des Gespinstes gearbeitet wird. Ist die Nadel abgebissen, zieht die Larve sie in das Gespinst hinein und verzehrt sie hier. In dieser Weise vollzieht sich der Fraß aller Larvenstadien.

Der Fraß der *C. alpina* ist intensiv: Es gibt keinen Scharten- oder Rinnenfraß, sondern vom ersten Stadium an wird jede Nadel ganz aufgefressen. Auch fallen nicht, wie etwa bei den verschwenderisch fressenden Schmetterlingsraupen (Nonne!) ganze Nadelstücke herab. Man sieht nur selten angefressene Nadeln am Boden liegen oder im Gespinst hängen.

Die Larven fressen stets allein. Selbst bei sehr starkem Besatz der Zweige sitzt jede Larve in ihrem eigenen Gespinst.

Die Tiere unternehmen während ihres Larvenlebens keine größeren Wanderungen. Im allgemeinen nehmen sie hintereinander die Kurztriebe eines einzigen Zweiges vor. Es scheint ihnen dabei gleichgültig zu sein, ob die Nadeln bereits etwas trocken sind. Erst solche Nadeln, die einen höheren Trockenheitsgrad erreicht haben und sich bei leichter Berührung vom Zweige lösen, werden nicht mehr angenommen.

Sehr eigenartig bei allen Lärchenblattwespen (im weiteren Sinne) ist die Tatsache, daß alle bisher bekannten Arten entweder die Langtriebe oder die Kurztriebe stark bevorzugen, keine Art aber Nadeln beider Triebarten in gleicher Weise annimmt. Man findet:

An Kurztrieben:	An Langtrieben:
Nematus erichsoni	*Lygaeonematus wesmaeli*
Platycampus pectoralis	*Lygaeonematus laricis*
Cephaleia alpina	*Pachynematus imperfectus*

L. laricis nimmt nur so lange Kurztriebnadeln an, wie die Langtriebe noch nicht genügend entwickelt sind. *C. alpina* dagegen frißt nur in der Not Langtriebnadeln, aber nur die untersten (ältesten), während die jüngeren immer verschont bleiben. Larven, die vom II. Stadium an ausschließ-

lich mit Langtriebnadeln gefüttert wurden, brauchten fast die doppelte Entwicklungszeit wie parallel damit gezogene, die an Kurztrieben gehalten wurden. Von den Langtriebnadeln wurde kaum halb soviel gefressen wie von den Kurztriebnadeln. Auch war die Mortalität der an Langtrieben gehaltenen Larven — auf Grund der schwächlicheren Konstitution — über 50 %, während die daneben an Kurztrieben gehaltenen nur etwa 10 % Verluste hatten.

cc) Fraßmenge

Über die Fraßmenge konnten exakte Feststellungen über die Dauer der gesamten Larvenentwicklung hin nicht gemacht werden. Die Unterbrechung der Laboratoriumsuntersuchungen für die notwendigen Beobachtungen im Freiland erlaubten nur die Messung des Nahrungsverbrauchs an jeweils einigen Tagen der Entwicklungstadien. Die Larven wurden hierzu einzeln in Glasröhrchen gehalten, die mit einem Wattebausch lose verstopft waren. Die Nahrung bestand aus Lärchenzweigen mit Kurztrieben; sie wurden alle 3—4 Tage erneuert. Ehe der Zweig in das Glasröhrchen geschoben wurde, waren die an den Kurztrieben befindlichen Nadeln gezählt worden. Die Nadelzählung wurde täglich um dieselbe Zeit wiederholt und daraus der tägliche Nahrungsbedarf ermittelt. Die Temperatur lag hierbei um 18°, die rel. Luftfeuchtigkeit bei 65 %. Die Ergebnisse dieser Ermittlungen gaben folgendes Bild:

Tabelle 5
Nahrungsverbrauch der *C. alpina*

Datum	Tage	Stadium	Fraßmenge im ganzen	(Nadeln) je Tag
27. 5.— 2. 6.	6	I.	8	1.3
27. 5.— 1. 6.	5	I.	5	1.0
28. 5.— 2. 6.	5	I.	6	1,2
2. 6.— 6. 6.	4	II.	34	8,5
7. 6.—11. 6.	4	II.	19	4,8
7. 6.—11. 6.	4	II/III.	54	13,4
7. 6.—11. 6.	4	III.	50	12,5
7. 6.—11. 6.	4	III.	52	12.7
7. 6.—11. 6.	4	III.	67	16,7
7. 6.—11. 6.	4	III.	63	15,8
24. 6.—27. 6.	3	III/IV.	58	19,3
24. 6.—27. 6.	3	III/IV.	38	12,7
24. 6.—27. 6.	3	IV.	70	23,1
11. 7.—13. 7.	2	IV.	96	48,0
11. 7.—13. 7.	2	IV.	102	51.0
11. 7.—13. 7.	2	IV.	90	45,0

Rechnet man entsprechend den Angaben auf S.222 mit folgenden Dauern der einzelnen Larvenstadien:

I.: 5 Tage, II.: 6 Tage, III.: 6 Tage, IV: 7 Tage und einer aus obiger Tabelle sich ergebenden mittleren Menge des Nahrungsbedarfs je Tag und Stadium von:

I.: 1,3, II.: 8,5, III.: 15,0, IV.: 48,0 Nadeln, so ergibt sich als Nahrungsbedarf:

I. Stadium:	6,5 Nadeln
II. Stadium:	51,0 Nadeln
III. Stadium:	90,0 Nadeln
IV. Stadium:	336,0 Nadeln
Ganze Entwicklung:	483,5, d. h. rund 480 Nadeln

Die Lärchenzweige, die für diese Fraßversuche verwendet wurden, stammten aus dem Botanischen Garten der Forstlichen Fakultät. Es wurden

ausschließlich Kurztriebe als Nahrung gereicht; die Nadeln maßen im gewogenen arithmetischen Mittel von 100 Stück, die alle vorkommenden Längen mehrerer Kurztriebe enthielten, 17,7 mm in der Länge und 1,1 mm in der Breite. Es waren durchschnittlich in jedem Kurztrieb 46 Nadeln enthalten. Die Larven hatten danach in ihrer gesamten Entwicklung jede etwas mehr als 10 Kurztriebe entnadelt. 100 Nadeln, die willkürlich mehreren Kurztrieben entnommen waren und alle vorkommenden Größen ungefähr repräsentierten, wogen frisch 270 mg. Die Larven hatten damit 1,3 g Nadelsubstanz während ihrer Entwicklung aufgenommen. Demgegenüber stehen die wesentlich höheren Zahlen des Nahrungsbedarfs der Raupen von drei Großschädlingen unter den Schmetterlingen, nämlich Nonne: 7,8, Kiefernspinner: 15—20 und Forleule: 7,2 g. Für Blattwespen liegen keine exakten Angaben über den Nahrungsbedarf vor. Die Gewichtszunahme der Larven von *C. alpina* im Laufe der Entwicklung beträgt etwa 0,075 g.

Die vorstehende Ermittlung des Nahrungsbedarfs erfährt folgende Bestätigung: Am 8. Juni wurden 4 Larven, die sich im II. Stadium befanden, an einen frischen Lärchenzweig gesetzt. Am 24. Juni hatte die letzte von ihnen den Fraß beendet, die übrigen hatten ihn am 22. und 23. Juni eingestellt. Von den ursprünglich 4508 Nadeln (98 Kurztriebe mit durchschnittlich je 46 Nadeln) waren am 24. Juni 1620 abgefressen. Das entspricht einem Nahrungsverbrauch von 405 Nadeln je Larve. Rechnet man hinzu, daß entsprechend den Ermittlungen auf Seite 225 jede Larve etwa 15 Nadeln vor dem Ansetzen auf den Zweig bereits vertilgt hatte, so ergibt sich ein Nahrungsverbrauch von 420 Nadeln je Larve, also etwas geringer als zuvor. Dies mag vielleicht daran liegen, daß der Lärchenzweig gegen Ende der Fraßperiode ziemlich trocken wurde und seine Nadeln weniger gern angenommen wurden als die stets frischen Nadeln, die den Versuchstieren in den Glasröhren gereicht wurden. Immerhin wurde bis zum 24. Juni täglich noch Kot beobachtet und die Entwicklung der Tiere verlief durchaus normal. Die Werte für Temperatur und Luftfeuchtigkeit stimmen mit den vorgenannten überein.

Die hier mitgeteilten Laboratoriumsergebnisse werden durch Freilandbeobachtungen ergänzt, über die im II. Teil berichtet werden wird.

dd) Hungerversuche

Am 15. Juni wurden Larven des I. und III. Stadiums in Glasröhrchen ohne Nahrung gesetzt. Die Röhrchen waren mit Watte locker verstopft. Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit entsprechen den vorigen Angaben.

Die Ergebnisse waren:

Tabelle 6

Hungervermögen der I. und III. Larvenstadien von *C. alpina* Kl.

Stadium	angesetzt	tot	Lebensdauer
I.	15. 6.	16. 6.	$1^1/_2$ Tage
I.	15. 6.	19. 6.	$1^1/_2$ "
III.	15. 6.	19. 6.	4 "
III.	15. 6.	19. 6.	4 "
III.	15. 6.	19. 6.	4 "

i) Ende der Fraßtätigkeit

Die Beendigung der Fraßtätigkeit wird ausgelöst durch den Verlust der Spinnfähigkeit. Es besteht auch hier ein eigenartiger Gegensatz zu den echten Blattwespen *(Tenthredinidae)*, die ja während ihrer Fraßtätigkeit keinerlei Spinnfähigkeit aufweisen, jedoch mit dem Spinnen eines Kokons beginnen, sobald sie die Fraßtätigkeit einstellen.

Mit dem Ende der Funktion der Spinndrüsen scheinen auch andere Drüsen ihre Tätigkeit einzustellen, so daß nunmehr eine Nahrungsaufnahme nicht mehr möglich ist. Zu gleicher Zeit erfolgt die bereits beschriebene starke Umfärbung der Larven. Sie scheiden dabei ein blutigrotes Exkret aus. Mit der Umfärbung bemächtigt sich der Larven eine heftige Unruhe, sie beginnen sich lebhaft im Gespinst zu bewegen und fallen dabei zu Boden. Larven, die in einem mit Watte verschlossenen Glasröhrchen bisher an einem Lärchenzweig gefressen hatten, zwängten sich nach Ende der Fraßtätigkeit durch die Watte hindurch ins Freie, ein Verhalten, das während des Fraßes nie zu beobachten gewesen war. Dies spricht deutlich dafür, daß die Larven mit Ende der Fraßtätigkeit ein „Bestreben" nach Ortsveränderung haben. Wenn auch die Beine der *Lydiden*larven als Schreitbeine unbrauchbar sind, so sind die Tiere dennoch auf ebener Fläche keineswegs bewegungsunfähig; durch lebhaftes Schlängeln sind sie durchaus in der Lage, sich vom Ort des Auftreffens auf dem Boden mehrere Meter ziemlich rasch fortzubewegen. Sie kriechen eine Weile lebhaft, aber völlig ungerichtet auf dem Boden umher, entfernen sich jedoch meist nur wenig von der Stelle, auf die sie gefallen sind. Man findet die überwinternden Larven ganz überwiegend in den Kronenbereichen, während sie außerhalb derselben auch in stark befallenen Beständen nur noch in sehr verminderten Zahlen anzutreffen sind. Welche Auswirkungen dieses Verhalten auf das für die Prognose wichtige Probesuchen hat, wird später darzustellen sein.

6. Ökologie

Da ein Thermostat für das Forstzoologische Institut erst ganz zum Schluß der Untersuchungen eintraf, konnten Beobachtungen über die Temperaturabhängigkeit teilweise nur behelfsmäßig und auch nicht ganz vollständig ausgeführt werden.

Über die unterschiedliche Entwicklungsdauer bei verschiedenen Temperaturen wurde bereits oben berichtet. Hinsichtlich der Aktivität der Larven wurden folgende Ergebnisse erzielt:

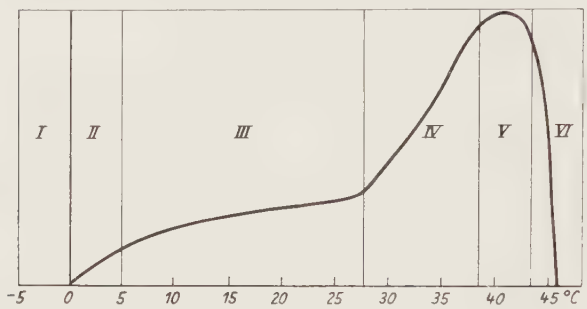
Larven des III. und IV. Stadiums wurden in Glasröhrchen mit Lärchenzweigen und einem Thermometer gesetzt. Die Röhrchen wurden in einen Behälter eingeführt, der mit Eisstücken gefüllt war. Durch diese Anordnung konnte das Verhalten der Larven bei einer in ziemlich engen Grenzen variierbaren Temperaturspanne beobachtet werden. Bis zu + 5° war die Aktivität der Larven nur unwesentlich vermindert. Bei + 3° trat eine stärkere Verminderung der Aktivität ein, die Bewegungen der Larven verliefen langsam, sie spannen nur noch wenig, die Fraßtätigkeit hörte auf. Bei + 1° bewegten sie sich nur noch ein wenig, wenn sie stark angestoßen wurden. Um 0° setzte die Kältestarre ein. Larven, die eine Stunde im Kühlschrank bei — 4° gelegen hatten, wurden völlig starr herausgenommen, waren aber nach 8 Minuten in 20° wieder bei voller Aktivität. Auch nachdem sie 24 Stunden auf — 4° abgekühlt worden waren, wurden sie nach 10 Minuten wieder aktiv.

Erhöhte Aktivität setzte im Thermostaten bei 26° ein; es wurde lebhaft gesponnen und gefressen. Mit steigender Temperatur erhöhte sich die Aktivität, bei 37° schließlich wurden die Bewegungen heftig und ungeordnet, um bei 42° plötzlich aufzuhören. Im Thermostaten konnten die Tiere

bei 41° noch über 12 Stunden am Leben gehalten werden, während sie bei 42° schon nach 4 Stunden und bei 43° schon nach weniger als 1 Stunde tot waren. Für die einzelnen Versuche wurden jeweils neue, nicht durch vorige Versuche geschwächte Tiere verwendet.

Um die möglicherweise störende Wirkung einer niedrigen Luftfeuchtigkeit bei den hohen Temperaturen auszuschalten, habe ich die Versuche bei über 30° außer im Thermostaten auch in Glasröhrchen ausgeführt, bei denen die Erwärmung über heißem Wasser erfolgte. Das Haarhygrometer zeigte dabei 88% rel. Luftfeuchtigkeit. Die Ergebnisse waren dieselben.

Das Verhalten der III. und IV. Larvenstadien einschließlich der Erdlarven unterschied sich nicht voneinander.



I. Kältestarre
II. Zone der verminderten Aktivität
III. Zone der normalen Aktivität
IV. Zone der erhöhten Aktivität
V. Zone der ungeordneten Bewegung
VI. Wärmestarre

Abb. 6. Aktivitätsstufen und Aktivitätskurve der III. u. IV. Larvenstadien von *Cephaleia alpina* Kl. (Anordnung nach Eidmann, 1941)

Die sehr wechselnden Temperaturverhältnisse, die während der Schwärmzeit im Freiland herrschten, gaben gute Gelegenheit, die Aktivität der Imagines in Abhängigkeit von der Temperatur zu studieren.

Am 4. Mai waren gegen 8 Uhr morgens bei 15° Lufttemperatur die *C. alpina* überall lebhaft im Grase kriechend zu sehen, aber nirgends kam es zu einem Schwärmen. Als das Thermometer gegen 8.30 Uhr 16° zeigte, setzte das Schwärmen ein und war 20 Minuten später bei 17° in vollem Gang. Copulae konnten beobachtet werden.

Am 6. Mai herrschte nach nächtlichem Gewitter um 9.30 Uhr eine Temperatur von 8°. Die Imagines waren fast alle verschwunden. Die wenigen sichtbaren Tiere saßen klamm im Grase. Gegen Mittag stieg die Temperatur auf 10°. Auch diese Wärme lockte nur wenig mehr Imagines aus ihren Verstecken hervor; sie liefen kaum und flogen überhaupt nicht. Am Nachmittag hatte sich bei 12° die Zahl der Imaginea, die man im Grase sitzen sehen konnte, zwar erheblich vermehrt, aber ihre Aktivität nicht gesteigert.

Am 7. Mai fand man um 10 Uhr bei einer Lufttemperatur von 11° eine ganze Menge Imagines, die ziemlich reglos auf den Halmen saßen. Um 13.30 Uhr bei 13° dagegen liefen sie lebhaft im Grase umher, flogen auch ganz kleine Strecken im Grase — von Halm zu Halm —, schwärmten aber nicht. Copulae fanden nicht statt. Die Windbewegung war an allen Tagen an den Beobachtungsstellen nicht bedeutend.

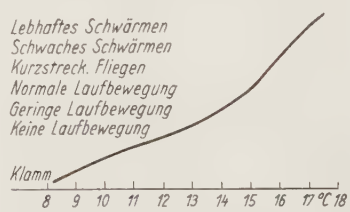


Abb. 7. Aktivitätskurve der Imagines von *C. alpina* Kl.

Die vorstehenden Angaben sind einer größeren Zahl von Beobachtungen entnommen. Aus ihnen ergibt sich die Aktivitätskurve der Imagines der *C. alpina* in Abhängigkeit von der Temperatur.

II. Teil

1. Das Befallsgebiet

Die Massenvermehrung von *Cephaleia alpina* Kl. beschränkt sich zur Zeit auf das Forstamt Barlohe in Schleswig-Holstein. Hier hat sich die Blattwespe in einem Teil der Revierförsterei Schenefeld ausgebreitet. Sie besiedelt dort einen Revierteil, der benannt ist nach dem benachbarten Ort Christinental. Dieser liegt ziemlich genau auf halber Strecke zwischen den Städten Itzehoe und Rendsburg in einer welligen Landschaft des Altdiluviums (Abb. 8). Rings umgeben von Feldern und Weiden gliedert er sich in einen etwa von Nord nach Süd ziehenden Teil, der vorwiegend mit Fichte und Kiefer bestanden ist, sowie einen weiteren von Ost nach West verlaufenden Teil, der mit reiner Lärche *(Larix leptolepis)* bestanden ist und das Befallsgebiet der *C. alpina* bildet.

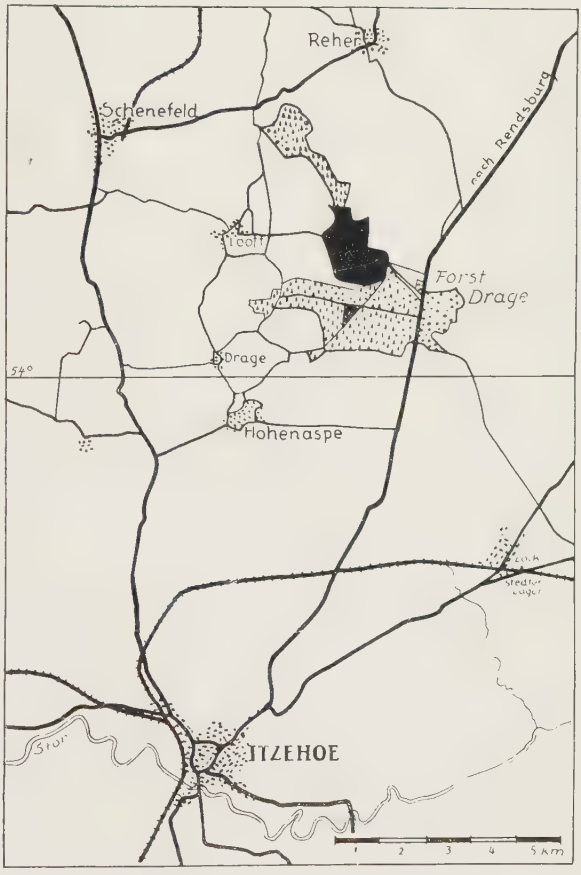


Abb. 8. Befallsgebiet

Auch das Waldgelände ist wie die ganze Landschaft leicht wellig, was wegen der besonderen Grundwassernähe seine starken Auswirkungen hat: Bereits geringe Höhenunterschiede machen sich auf die Bodenverhältnisse bemerkbar, indem die höher gelegenen Partien keinen merklichen Grundwassereinfluß aufweisen, während auf den etwas niedriger gelegenen ein solcher mehr oder weniger deutlich wird. So zeigen Bodeneinschläge teils das Profil einer podsoligen Braunerde mit beginnender Oberbodenver-

armung, aber noch ohne deutliche Anreicherung ausgewaschenen Materials in einem B-Horizont, teilweise findet man die Merkmale eines Humuspodsolbodens ausgeprägt, kenntlich an dem stärkeren tiefschwarzen Obersaum (aus mangelhaft zersetzter Streu) und Verfestigungen im Unterboden, welch letztere zusammen mit einer rostbraunen Verfärbung Wirkungen von Eisenausscheidungen des Grundwassers sind. Unter dieser verdichteten Zone findet man bisweilen Reduktions- und Oxydationsflecken, ebenfalls Wirkungen des Grundwassers, welches aber bei der Anfertigung der Bodeneinschläge im Juli nirgends erreicht wurde.

Die Partien mit höher anstehendem Grundwasser sind an ihrer etwas flacheren Lage im Gelände, wie aber vor allem an dem Auftreten des Pfeifengrases *(Molinia coerulea)*, einem sehr zuverlässigen Weiser für flach anstehendes, kalkarmes Grund- oder Stauwasser, leicht zu erkennen.

Die Klimalage des Befallsgebietes mag aus folgenden, der einschlägigen Literatur entnommenen Worten deutlich werden:

a) Mittlere Temperaturen:

Januar	0 — 0,5
Juli	16 —17°
Sommer . . .	13,5—14°
Jahr	8 — 8,5°

Mittleres Datum des letzten Frostes:	25. bis 30. April
Beginn einer Temperatur von 5°	25. bis 31. März
Ende einer Temperatur von 5°:	5. bis 10. November
Mittleres Datum des ersten Frostes:	25. bis 31. Oktober

b) Mittlere Niederschläge:

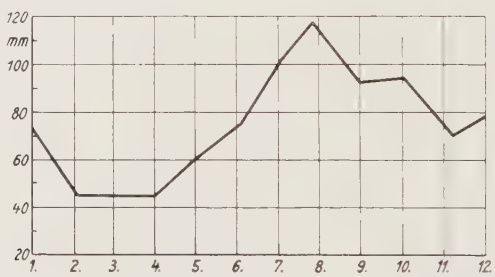


Abb. 9. Monatliche Niederschläge im Forstort Christinental

Sommer (April bis September)	420—480 mm
Winter (Oktober bis März)	300—360 mm
Jahr	720—840 mm

Das heute mit nahezu gleichaltrigen Reinbeständen japanischer Lärche bestockte Befallsgebiet ist 120 ha groß. Dieses Gebiet wurde gegen Ende des ersten Weltkrieges zur Grubenholzgewinnung seines Baumbestandes entblößt. Von 1919 an begann man die Wiederaufforstung mit Fichte und Sitka-Fichte. Ein Teil dieser Kulturen wurde in den folgenden Jahren durch Brand zerstört, der Rest kümmerte in einem starken Heidewuchs und verging schließlich bis auf wenige Bäume, die sich bis heute erhalten haben.

Zu Ende der zwanziger Jahre entschloß man sich, das ganze Gebiet nunmehr mit japanischer Lärche aufzuforsten, wie dies damals in Schleswig-Holstein sehr beliebt war. Die Lärchen wurden auf die seinerzeit für die Fichten hergestellten Streifen gepflanzt, so daß sie in einem Verband von meist 1,00 mal 1,00 m, z. T. auch 1,30 mal 1,00 m oder 1,50 mal 1,00 m aufwuchsen. Die Bestände sind zum kleineren Teil vor einem Jahr zum erstenmal schwach durchforstet worden, im übrigen sind sie noch gar nicht von der Axt berührt, weil nach Aufhören der Großkahlschläge ab 1948 zunächst Abfuhr- und Brandschneisen gehauen werden mußten. Die Abgänge durch Lichtkonkurrenz sind auffallend gering, so daß die Lärchen auch heute noch außerordentlich dicht stehen, dafür aber mit Ausnahme einzelner besonders starker Stämme sowie der Randbäume nur schwache Kronen haben.

Die Mittelhöhe der Bestände liegt bei 8 m, der Durchmesser bei 10 cm, so daß eine gute II. Bonität (Schober 1948) vorliegt. Fast alle Bäume sind bis in die Zweige hinauf dicht mit Flechten bewachsen.

Im Jahre 1937 waren die damals um 10 Jahre alten Lärchen einem starken Fraß durch die kleine Lärchenblattwespe *Lygaeonematus laricis* Htg. ausgesetzt; eine Bekämpfung fand damals nicht statt. Der Fraß soll nur ein Jahr gedauert haben. Die Lärchen sollen sich rasch wieder erholt haben. Sonst ist über frühere Beschädigungen der Bestände nichts bekannt geworden.

2. Cephaleia-alpina-Fraß 1948

Ende Juni 1948 entdeckten die Revierbeamten in einem Teil der Lärchenbestände von Christinental den Fraß einer Blattwespe, der 4 Jagen bis Anfang Juli vollständig entnadelte, zwei weitere ziemlich stark lichtete. Aus den Erfahrungen des Nachbarforstamtes Rantzau (1933 und 1937) sowie den eigenen von 1937 nahm man ein Wiederauftauchen der kleinen Lärchenblattwespe *L. laricis* an. Einige Larven wurden zur Untersuchung des Gesundheitszustandes an das Forstzoologische Institut der Universität Göttingen eingesandt. Hier stellte Herr Prof. Dr. Eidmann fest, daß es sich um *Cephaleia alpina* Kl. handelte. Zugleich ergaben Untersuchungen, daß ein hoher Prozentsatz der Larven einer Viruserkrankung zum Opfer gefallen war. Daraufhin wurde die bereits eingeleitete Bekämpfungsaktion gegen die Blattwespe nicht ausgeführt. Im Laufe des Jahres 1948 und des Frühjahrs 1949 fanden mehrmals Probesuchen statt, die zwar eine deutliche Minderung des Larvenbestandes infolge der Virose zeigten, aber doch zu erkennen gaben, daß mit einem stärkeren Auftreten der Blattwespen im kommenden Sommer zu rechnen sei. Die Virose hatte offenbar zwar die Population stark vermindert, konnte aber noch keine Beendigung der Massenvermehrung herbeiführen.

Infolge der ungleichmäßigen Verteilung der Larven im Bestand und der zu geringen Zahl von Suchstellen sagen die Zahlen aus diesen Probesuchen nicht viel aus.

3. Befallsdichte im Frühjahr 1949

Ein von mir selbst ausgeführtes Probesuchen Ende April 1949 lieferte genauere Ergebnisse und konnte das Befallsgebiet abgrenzen. Die gefun-

denen Larvenzahlen je qm sind auf nebenstehender Karte eingetragen (Abb. 10).

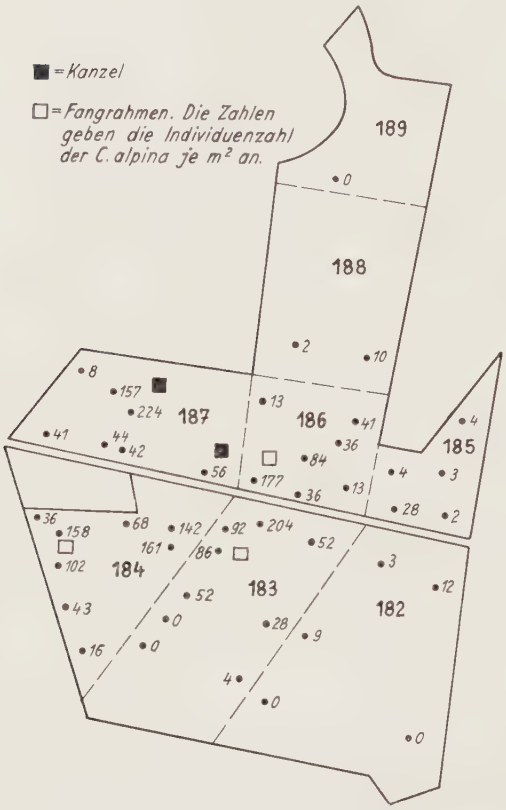


Abb. 10. Skizze des Befallsgebiets. Probesuchen April-Mai 1949

Das Probesuchen erwies sich wegen der ungleichmäßigen Verteilung der Larven im Bestand und vor allem wegen ihrer tiefen Lage in einem festen, sehr feuchten und vielfach durch Verwurzelung infolge Graswuchses schwer zugänglichen Bodens als äußerst mühevoll und zeitraubend. Der allgemein hohe Larvenbesatz im Hauptbefallsgebiet ließ erwarten, daß man mit Probeflächen von 1 m mal 1 m auskommen würde. Größere Flächen wären auch wegen des Dichtstandes der Lärchen nur schwer herzustellen gewesen. Später zeigte sich, daß auch Flächen von 0,25 qm hinreichend genaue Ergebnisse liefern, wenn man sie in den Kronenbereich legt. Mehrere Vergleichsuntersuchungen zeigten, daß man mit Flächen von 0,25 qm zur Ergänzung von solchen von 1 qm arbeiten kann:

I	II
IV	III

		Larven	Puppen	♂ -Imag	♀ -Imag.	Gesamt
I.	Quadrant	23	5	12	2	42
II.	"	15	5	10	2	31
III.	"	14	7	8	2	32
IV.	"	21	15	14	2	52
	Gesamt	73	32	44	8	157
I.	Quadrant	22	12	6	2	42
II.	"	15	8	3	2	28
III.	"	12	9	4	—	25
IV.	"	29	10	5	3	47
	Gesamt	78	39	18	7	142

Danach wurden nur stellenweise 1 qm große Probeflächen bearbeitet, im übrigen Suchstellen von 0,25 qm angelegt, deren Ergebnisse auf 1 qm umgerechnet wurden. Auch das Durchsuchen von 0,25 qm dauerte für zwei Bearbeiter etwa 35 Minuten, da der Boden nach vorsichtigem Abheben der Streudecke Stück für Stück mit einer starken Handschaufel bis in gut 20 cm Tiefe aufgegraben werden mußte.

Die Abgrenzung des Befallsgebietes ergab, daß sich *C. alpina* offenbar von einem Herd aus verbreitet, dabei aber noch keineswegs den ganzen Lärchenkomplex besiedelt hatte. Vielmehr waren die Jagen 187, 186, 184 und 183 stark befallen, die Jagen 182, 185 und 188 dagegen nur wenig und 189 überhaupt nicht. Die Gründe für den ungleichmäßigen Befall konnten trotz gründlicher Untersuchung der Boden- und Bestandsverhältnisse sowie der Bodenflora nicht aufgeklärt werden. Die stark befallenen Bestände unterscheiden sich hinsichtlich der genannten Eigenschaften in keiner Weise von den übrigen. Sie bilden den Süden und Westen des Waldkomplexes, vielleicht mag dieser Teil etwas wärmer sein, als es die übrigen Bestände sind. Untersuchungen hierüber konnten nicht gemacht werden. Gegen die Annahme einer Bevorzugung der süd- und westlichen Teile des Lärchenkomplexes infolge besserer Wärmeversorgung sprechen übrigens die besonders niedrigen Belagszahlen unmittelbar an der westlichen und südlichen Grenze des Waldteiles (Jagen 187 und 184); diese Grenzen sind noch dazu durch einen dichten Fichtenmantel gegen die Süd- und Westwinde geschützt.

Auf welche Weise die bisher dort ganz unbekannt gewesenen Schaderreger in das Befallsgebiet gelangt sind, wird sich kaum aufklären lassen. Sicherlich sind sie schon längere Zeit unbemerkt tätig gewesen und haben 1948 zum erstenmal einen deutlich erkennbaren Schadfraß verursacht.

4. Verlauf der Massenvermehrung 1949

a) Verpuppung und Schlüpfen

Bei meiner Ankunft im Befallsgebiet am 28. April 1949 war, wie die Probesuchen zeigten, die Verpuppung weit fortgeschritten; der prozentuale Anteil der Puppen an der Gesamtzahl der gefundenen Tiere (Larven, Puppen, Imagines) stieg während des Probesuchens, das sich vom 28. April bis 6. Mai hinzog, nicht wesentlich. Das Schlüpfen hatte nach Aussage des Revierbeamten noch nicht begonnen. Die ersten Imagines (vereinzelte ♂♂) waren am 29. April zu sehen. Es war nun zu ermitteln: Der zeitliche Verlauf des Schlüpfvorganges, das Geschlechtsverhältnis und der Anteil der überliegenden Tiere. Hierzu dienten die auch bei früheren Massenvermehrungen anderen Orts schon gebrauchten Fangrahmen. Jedoch wurde wegen des Dichtstandes der Lärchen nur jeweils eine Fläche von 1 qm mit Gaze bespannt. Es wurden am 1. Mai 1949 zwei Fangrahmen und am 4. Mai noch ein dritter aufgestellt; die örtliche Lage der Fangrahmen im Befallsgebiet läßt die Abbildung 10 erkennen. Die Kontrollen der Fangrahmen wurden am 11. Mai aufgegeben, da ich das Befallsgebiet verlassen mußte. Daher wurde an diesem Tage der Boden unter den Fangrahmen genau durchsucht und das gefundene Material ins Institut mitgenommen. Von den gefundenen Larven hat sich keine einzige mehr verpuppt, obwohl sie unter den gleichen Bedingungen gehalten wurden, unter denen sich einen Monat vorher die aus dem Befallsgebiet nach Münden gebrachten Larven weiter entwickelt hatten. Es stand damit fest, daß die am 11. Mai dem Boden unter den Fangrahmen entnommenen Larven Überliegende waren und die Verpuppung bis zu diesem Zeitpunkt im Befallsgebiet endgültig abgeschlossen war. Damit ist auch das Geschlechtsverhältnis, wie es am 11. Mai festgestellt worden war, als endgültig anzusehen.

Im einzelnen ergaben die Kontrollen:

Fangrahmen I:

Jagen 183, mitten im Hauptbefallsgebiet, im Bestand 20 m von einer schmalen Schneise entfernt, 20jährige Lärchen einmal schwach durchforstet; Temperaturen mittags 12 Uhr gemessen.

Datum	♂	♁	Ges.	Bodentemp.	Lufttemp.
1. 5.	6	—	6	9°	18°
2. 5.	10	—	10	8°	16°
3. 5.	18	—	18	9°	16°
4. 5.	31	1	32	10°	24°
5. 5.	20	4	24	11°	26°
6. 5.	11	2	13	7°	9°
7. 5.	1	—	1	7°	11°
8. 5.	7	1	8	8°	12°
9. 5.	4	1	5	7°	11°
10. 5.	4	2	6	8°	14°
	112	11	123		

Nachsuche am 11. Mai: 78 Larven, 13 ♂ Puppen, 16 ♀ Puppen, 6 ♂ Imagines, 5 ♀ Imagines = 118. Gesamtzahl: 241. Davon Larven: 78 gleich 31 % Überliegende.

Geschlechtsverhältnis:

♂ Imagines geschl. . . .	112	♀ Imagines geschl.	11
♂ Imagines im Boden . .	6	♀ Imagines im Boden . .	5
♂ Puppen	13	♀ Puppen	16
	131		32

4,1 ♂♂ zu 1 ♀

Fangrahmen II:

Jagen 186, mitten im Hauptbefallsgebiet, im Bestand keine Lücke oder Schneise in der Nähe, Bestand wie vor, doch etwas dichter und daher dunkler; Temperaturen nicht besonders gemessen, Lufttemperaturen wie vor.

Nachsuche am 11. Mai: 61 Larven, 16 ♂ Puppen, 12 ♀ Puppen, 9 ♂ Imagines, 7 ♀ Imagines = 138. Davon Larven: 61 = 44 % Überliegende.

Datum:	♂	♀	Ges.
1. 5.	—	—	—
2. 5.	3	—	3
3. 5.	5	-	5
4. 5.	8	-	8
5. 5.	6		6
6. 5.	1	—	1
7. 5.	—	-	—
8. 5.	4		4
9. 5.	1	1	2
10. 5.	2	1	3
	30	2	32

Geschlechstanteil:

♂ Imagines geschl. . . .	30	♀ Imagines geschl. . . .	2
♂ Imagines im Boden . .	9	♀ Imagines im Boden . .	7
♂ Puppen	16	♀ Puppen	12
	55		21

2,5 ♂♂ zu 1 ♀

Fangrahmen III:

Jagen 184, warmer Westrand des Befallsgebietes, im Bestand, 50 m von der Feldgrenze entfernt; Boden- und Lufttemperatur wie vor.

Nachsuche am 11. Mai: 66 Larven, 3 ♂ Puppen, 6 ♀ Puppen, 6 ♂ Imagines, 9 ♀ Imagines = 90. Gesamtzahl ab 4. Mai: 127, davon Larven 66 = 52 % Überliegende.

Datum	♂	♀	Gesamt
4. 5.	7	—	7
5. 5.	11	1	12
6. 5.	7	1	8
7. 5.	2	1	3
8. 5.	2	1	3
9. 5.	1	1	2
10. 5.	1	1	2
	31	6	37

Nimmt man nach der Schwärmintensität, wie sie am Tage vor der Anlage des Fangrahmens beobachtet werden konnte, und entsprechend den Ergebnissen des Fangrahmens I an, daß in der Zeit vom 1. bis 4. Mai mindestens 25 ♂♂ bereits geschlüpft waren, so kommt man auf eine Gesamtzahl von 152, davon 66 Larven = 43 % Überliegende.

Das Geschlechtsverhältnis — unter der Annahme, daß 25 ♂♂ bereits geschlüpft waren, als Fangrahmen III angelegt wurde — beträgt:

♂ Imagines geschl. . . .	56	♀ Imagines geschl. . . .	6
♂ Imagines im Boden . . .	6	♀ Imagines im Boden . .	9
♂ Puppen	3	♀ Puppen	6
	65		21

3 ♂♂ zu 1 ♀

Die Auswertung der Fangrahmenkontrollen läßt folgende Ergebnisse erkennen:

1. Von der Gesamtzahl der Individuen überlagen zwischen 31 und 44 %. Der Anteil war nicht einheitlich im Befallsgebiet.

2. Im Geschlechtsverhältnis überwogen die ♂♂ ganz beträchtlich. Jedoch war der Männchenüberschuß im Befallsgebiet unterschiedlich, er lag zwischen 4,1 und 2,3 ♂♂ je ♀. Das Geschlechtsverhältnis der Blattwespen ist infolge der Möglichkeit einer parthenogenetischen Fortpflanzung stets großen Schwankungen unterworfen. Das Überwiegen der ♂♂ stellt nichts Ungewöhnliches dar; so gibt Escherich (Forstinsekten V. Band 1941) für *Cephaleia abietis* an: „. . . die ♂♂ stark in der Überzahl". Andererseits fand Schwerdtfeger (1941) für *Acantholyda erythrocephala* in Woitze ein Geschlechtsverhältnis von 1 zu 1, andere Autoren geben für diese Art wie auch weitere Blattwespen ein Überwiegen der ♀♀ an. Solange man den Modus der parthenogenetischen Geschlechtsbestimmung bei den einzelnen Arten nicht kennt, wird man den zu erwartenden Weibchenanteil niemals exakt vorhersagen können. Es ist nämlich keineswegs bei allen Hymenopteren so, daß unbefruchtete Eier stets ♂♂, befruchtete dagegen ♀♀ ergeben, wie es z. B. bei den Bienen erfolgt. Vielmehr scheinen die Verhältnisse, die noch sehr im Dunkel liegen, wesentlich komplizierter und unregelmäßiger zu sein. Bei einer Reihe von Arten hat man aus unbefruchteten Eiern ausschließlich ♀♀ gezogen (Beispiele bei Bischof, 1927). Es wäre also erforderlich, die Verhältnisse bei *C. alpina* aufzuklären, was aber nur in mehrjähriger Arbeit möglich sein wird. Im übrigen wird die Verschiebung der Geschlechtsverhältnisse auch durch andere Faktoren, insbesondere durch unterschiedliche Anfälligkeit der Geschlechter gegen Krankheiten und Feinde möglich sein. Es ist nicht ausgeschlossen, daß das vor-

liegende Geschlechtsverhältnis durch einen verschiedenartigen Befall der beiden Geschlechter mit Virose beeinflußt worden ist.

3. Eine deutliche Protandrie von 3—4 Tagen tritt hervor. Auch diese Erscheinung ist bei den Blattwespen verbreitet; sie bildet bei den Gespinstblattwespen die Regel (*C. abietis* nach ESCHERICH 1941; *A. erythrocephala* nach SCHWERDTFEGER 1941).

4. Die Verpuppung hatte im Befallsgebiet in den ersten Apriltagen begonnen. (Eine Puppe war unter dem am 2. April ins Institut gebrachten Material, siehe S. 214). Sie war bis zum 11. Mai endgültig abgeschlossen.

5. Das Schlüpfen der Imagines begann kurz vor dem 1. Mai und war am 12. Mai noch in vollem Gange. Bei einem zweiten Besuch im Befallsgebiet vom 25. Mai bis 1. Juni fand ich noch ♂♂ und ♀♀ im Befallsgebiet, jedoch in verminderter Zahl. Im Boden befanden sich nur noch ganz vereinzelte Nachzügler. Puppen waren nicht mehr anzutreffen.

b) Copula und Eiablage

Das Schwärmen und die Copula vollzog sich zu allen Tagesstunden, wenn nur die Temperatur hoch genug war (siehe I. Teil, Seite 228). Es wurden die besonnten Flächen in Bodennähe bevorzugt. Am Westrand des Waldkomplexes war sogar zu beobachten, als in den Vormittagsstunden der Bestand einen 8 m breiten Schattenstreifen auf das benachbarte Feld warf, daß das Schwärmen erst außerhalb des Schattens, also auf dem Felde stattfand, während am beschatteten Waldrand keine Imagines zu sehen waren. Auch bei Versuchen im Institut erwiesen sich die Imagines sehr wärme- und lichtliebend. Infolge der hohen Befallsdichte und der zeitlich ziemlich gedrängt verlaufenden Entwicklung war das Schwärmen sehr stark. Es dauerte von Anfang Mai bis Ende Juni.

Die Eiablage begann am 4. Mai bei mehreren Tieren, die in einer Lärchenkrone gezwingert worden waren. Im Freiland ohne Zwinger abgelegte Eier waren zum erstenmal am 5. Mai anzutreffen. Doch war die Eiablage in der Zeit vom 4. bis 11. Mai nur geringfügig, da zuerst nur sehr wenige ♀♀ vorhanden waren, später ein kaltes und regnerisches Wetter einsetzte, währenddessen das Thermometer nie über 13° hinaus kam.

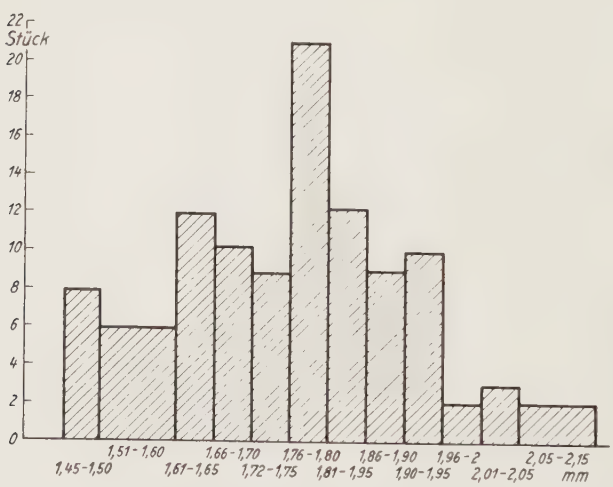


Abb. 11. Größenverteilung von 100 Eiern der *C. alpina* im Freiland am 26. 5. 1949

Erst in der Zeit vom 12. Mai bis 1. Juni ist die Hauptmasse der Eier abgelegt worden. Die größte Zahl scheint etwa um die Mitte dieser Zeit gelegt worden zu sein. 100 Eier, die am 26. Mai wahllos eingesammelt worden waren, ergaben folgende Größenverteilung:

Beachtet man dabei, daß die Längen der frisch gelegten Eier durchschnittlich 1,1 mm, die der schlüpfreifen 2 mm betragen (siehe I. Teil Seite 211), so zeigt sich, daß die Mehrzahl der gefundenen Eier der schlüpfreifen Größe schon ziemlich nahe waren.

Die Eiruhe der *C. alpina* war auffallend lange. Eier, die am 4. Mai abgelegt worden waren, entließen ihre Larven zwischen dem 26. Mai und 1. Juni. Dies waren die frühesten Schlüpftermine im Freiland, bis zum 25. Mai waren keine Eilarven anzutreffen. Die Witterung des Mai war kalt und regnerisch, sie mag ihr Teil zu der auffallend langen Eizeit beigetragen haben, die aber im übrigen auch bei Laboratoriumsbedingungen mehr als 14 Tage betragen hatte (siehe I. Teil, S. 220).

Bei der Eiablage wurden ganz deutlich die Baumkronen den übrigen Teilen der Bäume gegenüber bevorzugt. Die Eier werden offenbar besonders an besonnten und warmen Orten abgelegt. Jedenfalls fand man stets die Spitzen und die Außenzweige der Kronen stärker belegt als deren innere und untere Partien. Wegen der sehr schwierigen Auffindbarkeit der Eier konnten — da keine Hilfskräfte zur Verfügung standen — systematische Eisuchen mit zahlenmäßiger Feststellung des Eibesatzes an den Nadeln der einzelnen Abschnitte des Baumes nicht vorgenommen werden.

Es scheint im übrigen so, daß die in zahllosen Fällen immer wieder beobachtete Gewohnheit der Weibchen, sich nach erfolgter Eiablage ein beträchtliches Stück von dem Ablageort zu entfernen, doch wiederum eine einigermaßen gleichmäßige Verteilung der Eier in der Krone bewirkt. Eine Bevorzugung besonders auffallender Bäume konnte nicht festgestellt werden; starke wie schwache Randbäume mit großer Krone und stärkerer Seitenbeastung wie kleinkronige Stämme mitten im Bestande wurden ziemlich gleichmäßig belegt. Doch blieben die Eizahlen an Seitenästen stets hinter denen in den Kronen zurück. Dadurch konnten später beim Fraß die Randbäume mehr Nadeln behaupten, so daß sie infolge ihrer wesentlich höheren Nadelmasse relativ weniger befressen wurden.

c) Fraß

Bei meinem dritten Besuch im Befallsgebiet vom 30. Juni bis 8. Juli fand ich den Fraß in vollem Gange. Erst ganz vereinzelte Larven befanden sich schon im Boden. Die diesjährigen Erdlarven waren von den überliegenden durch ihre frischeren Farben, ihre höhere Beweglichkeit und meist auch durch ihre Lage im Boden zu unterscheiden. Sie lagen meist noch in der Streu oder waren eben dabei, sich in den Mineralboden zu begeben.

Eine Untersuchung von 140 wahllos von den Zweigen genommenen Larven am 7. Juli 1949 ergab folgende Verteilung der Stadien:

I. Stadium . . .	— St.	=	— %
II. „ . . .	22 St.	=	15,8 %
III. „ . . .	73 St.	=	52,1 %
IV. „ . . .	45 St.	=	32,1 %
	140 St.	=	100 %

Das Bild des Fraßes in diesem Zeitpunkt ist aus Abb. 12 zu ersehen. Die Jagen 184 und 187 waren zum überwiegenden Teil kahl gefressen. Noch leidlich benadelt waren nur die Randbäume und einzelne Stämme im Bestand. Der Fraß hatte, wie man an den noch weniger befressenen

Bäumen sehen konnte, in der Krone an den Außenzweigen begonnen. Diese waren stets kahl, wenn ein Stamm überhaupt nennenswert befallen war.

An den meisten kahlgefressenen Zweigen waren die Langtriebe noch weitgehend erhalten. Sie hingen wie kleine Bürsten an den kahlen Zweigen. Hier fand man bei näherem Zusehen die Masse der Larven versammelt, die offenbar mit Widerwillen die unteren Langtriebnadeln verzehrten. Auch waren hier tote Larven anzutreffen, besonders jüngere Stadien, die offensichtlich verhungert waren. Das Gedränge der Larven an den — übrigens fast überall auffallend kurzen — jungen Trieben war beträchtlich. Hierhin hatte sich etwa 90 % des Larvenbesatzes hingezogen, nachdem die Kurztriebe abgefressen worden waren. Lediglich einzelne Tiere hielten an den Kurztrieben eine kärgliche Nachsuche oder lagen überhaupt passiv in ihren Gespinsten. Dies waren meist IV. Stadien, die offenbar den Fraß einstellten. Die Langtriebe enthielten oft 15 und mehr Larven, die jedoch sämtlich wenig von den Nadeln fraßen. Während die unteren, älteren Nadeln eher angenommen wurden, verschmähten sie die jüngeren, teilweise noch nicht ausgewachsenen Nadeln ganz. Ein Rindenfraß, wie ihn SCHWERDTFEGER (1941 und 1944) bei *A. erythrocephala* beobachtet hat, war in Barlohe bei *C. alpina* nicht feststellbar.

Vielfach sah man aber auch Zweige, an denen die Langtriebnadeln gänzlich abgefressen waren, ohne daß die typischen Gespinstfäden der *C. alpina* sichtbar waren. Dies war das Werk der Lärchenblattwespe *Pachynematus inperfectus* Zadd., die zu diesem Zeitpunkt nicht mehr sichtbar war. Über die Beobachtungen an diesem Schädling ist an anderer Stelle berichtet worden („Zur Kenntnis der Lärchenblattwespe *Pachynematus inperfectus* Zadd." von H. H. CRAMER und E. RÖHRIG; Allg. Forst- und Jagdztg. 1950, S. 93).

In den Jagen 183 und 186 herrschte teilweise Kahl-, größeren Teils aber starker Lichtfraß. Die Fraßstärke wurde durch Schätzung der verlorenen Blattmasse ermittelt. Als Kahlfraß wird bezeichnet ein Fraß, der mehr als $^2/_3$, als Lichtfraß ein solcher der mehr als $^1/_3$ der Blattmasse zerstört hat. Die Schätzung des Nadelverlustes bezieht sich auf den einzelnen Baum; von Kahl- bzw. Lichtfraß im Bestand wird gesprochen, wenn die überwiegende Mehrheit der Bestandesglieder zwei oder ein Drittel der Blattmasse verloren hat. Fehlt der überwiegenden Mehrheit der Bäume weniger als $^1/_3$ der normalen Blattmasse, so wird von geringem Fraß gesprochen.

Der Fraß in den Jagen 183 und 186 nimmt nach Osten und Norden hin ab und geht schließlich in geringen Fraß über. Die Jagen 182, 185 und 188 sind nur wenig mitgenommen, am stärksten noch in den Teilen, die an 183 und 186 grenzen. 189 zeigt keine Fraßbeschädigungen.

Der Befall hat sich demnach im Jahre 1949 nicht ausgedehnt. Die Blattwespen haben sich trotz der nicht geringen Flugfähigkeit der ♀♀ nicht in dem ganzen Lärchenkomplex angesiedelt. Auch die Larven haben keine Wanderungen unternommen, wie dies bei anderen Schädlingen erfolgt, wenn ein bestimmtes Nahrungsobjekt kahlgefressen ist und nun Nahrungsmangel eintritt. Über die Fortbewegungsfähigkeit der Larven habe ich im Freiland und im Laboratorium einige Versuche unternommen. Es wurden jeweils IV. Larvenstadien verwendet, weil ja nur für dieses die Frage

größerer Wanderungen infolge Nahrungsmangels von Bedeutung sein kann. Es zeigte sich, daß die Fortbewegung der Fraßstadien am Zweige wie auf dem Boden stets in der schon für die Eilarve geschilderten Weise erfolgt, nämlich durch Gleiten auf dem Rücken, indem ein strickleiterartiges System von Fäden über den Leib gesponnen wird. Die Wanderungen erfolgen stets in Richtung auf die helleste Stelle (positiv phototaktische Fortbewegung) mit nicht unbeträchtlicher Geschwindigkeit (15 bis 25 cm je Minute). Auch eine gewisse Ausdauer beweisen die Larven in ihrer Fortbewegung.

Doch spielt dieses Fortbewegungsvermögen nach meinen Beobachtungen im Befallsgebiet höchstens eine recht untergeordnete Rolle: Niemals konnte man auch nur die geringsten Anzeichen dafür finden, daß die Larven an ihrem Fraßbaum größere Wanderungen unternehmen, geschweige denn einen anderen Baum aufsuchen, wenn der erste kahl gefressen ist. Sie führen nach allem, was man im Freiland und im Laboratorium beobachten konnte, nur wenig weite Wanderungen von Zweig zu Zweig, sowie auch selten einmal von einem Ast zu einem anderen aus. Dies geht deutlich daraus hervor, daß man vielfach Lärchen finden konnte, die ganz kahle Kronen hatten, aber weiter unten am Stamm noch reichlich begrünte Zweige aufwiesen. Auch fand man nur höchst vereinzelt Larven, die sich am Stamm einer Lärche bewegten, dagegen waren sie an Ästen wandernd nicht ganz selten anzutreffen. Vor allem aber fehlt den Larven eine Gewohnheit, die zu erfolgreichen weiteren Wanderungen nötig wäre: Sie spinnen sich so gut wie niemals vom Zweige ab. Dies ist um so merkwürdiger, als sie doch ein gut entwickeltes Spinnvermögen besitzen. Ich konnte nur sehr vereinzelt Tiere an Spinnfäden hängend sehen; die meisten von diesen waren tot und verjaucht (Virus?). Es scheint dies geradezu eine charakteristische Stellung von verjauchten Tieren zu sein. Sonst scheinen jedoch Vertikalbewegungen der Larven an den Bäumen nur sehr selten zu sein, man sieht auch nur ganz vereinzelt Tiere am Boden. Diese, wie auch die wenigen, die an Fichten und Sitkafichten geraten waren, sind möglicherweise überhaupt nicht durch Abspinnen dorthin gelangt, sondern wahrscheinlich heruntergefallen.

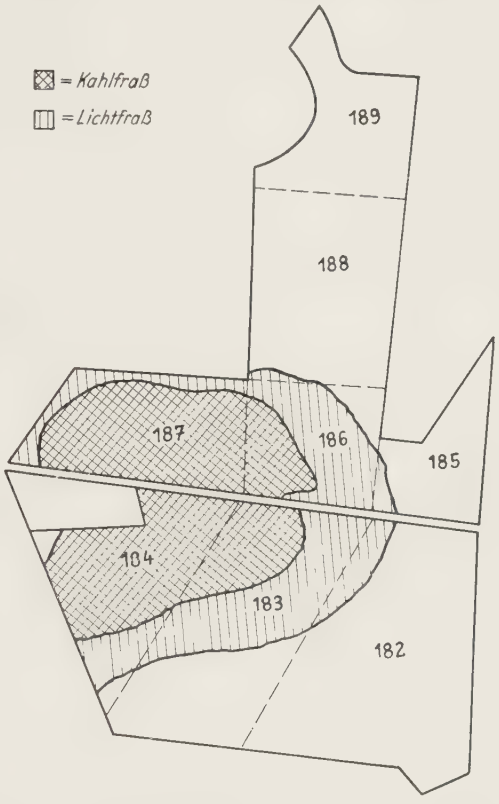


Abb. 12. Skizze des Befallsgebiets. Fraßschäden Juli 1949

Die Art des Fraßes wich von der im Laboratorium beobachteten nicht ab. Auch im Freiland zeigte sich, daß der Fraß wenig verschwenderisch verläuft, ganz anders also als z. B. bei *L. monacha*. Die Ermittlung der Fraßmenge im Freiland stieß auf große Schwierigkeiten. Wie bereits zu erwarten war, ist die Möglichkeit, von der Menge des herabrieselnden Kotes auf die Intensität der Fraßtätigkeit zu schließen, nicht gegeben, da ganz unkontrollierbare Anteile von Kot im Gespinst hängen bleiben, je nach der Dichte, die das Gespinst gerade hat; diese ist sehr wechselnd.

Um überhaupt einen Überblick über den Larvenbesatz eines Baumes zu bekommen und eine gewisse Übersicht über die Nadelmasse, die den Larven zur Verfügung steht, wurde die Zahl der Kurztriebe einer Lärche und die an demselben Baum befindliche Larvenzahl ermittelt. Hierzu wurde eine 18jährige Lärche gewählt, die etwas eingeklemmt im Bestand knapp die durchschnittliche Höhe und Stärke der Bestandesglieder aufwies. Sie war bei Beginn der Zählung zu gut drei Vierteln ihrer Blattmasse beraubt, die Zahl der Kurztriebe konnte aber an deren Ansatzstellen leicht festgestellt werden. Das Alter der Larven entsprach der auf Seite 237 angegebenen Verteilung der Stadien. Probezählungen ergaben, daß je Kurztrieb durchschnittlich 42 Nadeln vorhanden waren. An der Lärche wurden gezählt: 8876 Kurztriebe. Die Zahl der gefundenen Larven betrug 648. Der Anteil der Larven, die bereits den Boden aufgesucht hatten, ist als unbedeutend zu veranschlagen. Das Altersverhältnis der Larven, von denen 15,8 % erst im II. Stadium waren, also noch etwa 14 Tage Entwicklungszeit benötigten, läßt mit Sicherheit erwarten, daß der Baum kahlgefressen worden wäre.

Probezählungen an einzelnen Zweigen an verschiedenen Stellen im Kahlfraßgebiet ergaben, daß das oben ermittelte Verhältnis von Kurztrieben zu Larven etwa dem Durchschnitt entsprach. Vielfach wurden auch relativ höhere Larvenzahlen gefunden. Das ermittelte Verhältnis entspräche 1 Larve auf 14,2 Kurztriebe und läge damit etwas höher als im Laboratorium ermittelt (etwas mehr als 10 Kurztriebe je Larve). Dafür waren aber die Kurztriebe schwächer benadelt als die aus dem Botanischen Garten der Forstlichen Fakultät entnommenen, welche für die Fraßversuche im Laboratorium verwendet wurden.

Wann im Freiland das Ende des Fraßes eintrat, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Jedenfalls ist nach dem auf Seite 237 mitgeteilten Verhältnis der Larvenstadien am 7. Juli 1949 damit zu rechnen, daß der Fraß noch etwa 2 Wochen, also bis zum 20. Juli gedauert haben mag.

5. Umweltwiderstand

Eine gründliche Analyse der Populationsbewegung, welche die verschiedenen Faktoren des Umweltwiderstandes zahlenmäßig erfaßt, war nicht ausführbar. Hierzu ermangelte es an Arbeitskräften und vor allem an der Möglichkeit, sich einen großen Teil des Jahres im Befallsgebiet aufzuhalten. Es können daher hier nur die Beobachtungen festgehalten werden, die bei den immer nur kurzen Aufenthalten im Befallsgebiet gemacht werden konnten. Hinzu treten die Ergebnisse von Untersuchungen des im Boden gefundenen Materials.

Abiotische Faktoren

Eine ins Auge fallende Vernichtung der *C. alpina* durch abiotische Faktoren war während der ganzen Beobachtungszeit nicht feststellbar. Lediglich ein Vertrocknen von Eiern konnte in geringem Umfang bemerkt

werden. Es handelte sich um etwa 1—2% der Eier. Die vertrockneten Eier sind an einer zusammengeschrumpften, sonst aber unversehrten Eischale kenntlich.

Biotische Faktoren

a) Feinde

Während der Flugzeit war der Sandlaufkäfer *Cicindela campestris* im Befallsgebiet recht häufig. Man konnte ihn aber nicht als Feind der *C. alpina* beobachten. Als solcher trat nur *Formica rufa* in Erscheinung. Die Durchsuchung eines mittelgroßen Ameisenhaufens brachte 5 Imagines der *C. alpina* zu Tage. Auf den Ameisenstraßen wurden vielfach *C. alpina*-Imagines transportiert. Auch war zu beobachten, daß mehrere Ameisen mit einer *Cephaleia*-Imago fertig werden, wenn man sie gemeinsam in ein Zuchtglas setzt. Dennoch scheinen die Ameisen vorwiegend oder ausschließlich die toten oder schon sehr geschwächten Blattwespen weggeräumt zu haben, denn voll gesunde Tiere werden sich ihrem Zugriff durch die Flucht im Fluge zu entziehen wissen.

Die Vogelfauna war in der Flugzeit der *C. alpina* im Verhältnis zu der sonst faunistischen Eintönigkeit von Nadelholzreinbeständen ziemlich reichhaltig. Baumpieper, Buchfinken, Wald-, Weiden- und Fitislaubsänger sowie mehrere Meisenarten und Goldhähnchen erfüllten den Waldkomplex mit lauten Lock- und Balzrufen. Sie werden sich zweifellos an der Verminderung der Blattwespenpopulation beteiligt haben, doch konnte man die Vögel weder besonders emsig bei der Vertilgung der Imagines bemerken, noch war etwa eine stete Abnahme der Zahl der schwärmenden Blattwespen zu bemerken. Vielmehr spricht der hohe Eibelag dafür, daß keine sehr bedeutenden Mengen von Blattwespen durch die Vögel vernichtet sein können. Sicher werden zudem die Vögel vorwiegend die schwärmenden ♂♂ — die ohnehin weit in der Überzahl waren — aufgenommen haben, und nicht die ruhig sitzenden ♀♀.

Die Eier waren biotischen Schädigungen nicht in feststellbarer Menge ausgesetzt. Weder eine Eiparasitierung noch die Wirkung von Eiräubern war bei den umfangreichen Eisuchen zu Ende des Mai zu bemerken.

In der Larvenzeit sind es vor allem zwei Tiergruppen gewesen, die an der Verminderung der Population Anteil hatten: Ichneumoniden und Vögel.

Bei den Probesuchen vom Ende April bis Anfang Mai 1949 wurden Ichneumonidenkokons zunächst unbekannter Art gefunden. Die Kokons trugen meist Larvenhäute der *C. alpina* an dem einen Pol, so daß ihre Insassen als Parasiten der Blattwespe unverkennbar waren. Sie mußten nach Abschluß der Larvenentwicklung das Wirtstier zur Verpuppung verlassen haben. Die Menge der gefundenen Parasitenkokons war örtlich wechselnd, doch überall nicht besonders hoch. Von 45 Suchstellen wiesen 35 keine Kokons auf, von den übrigen sind folgende Zahlen festgestellt worden (je qm):

Gesamtzahlen C. alpina	Ichneumonidenkokons
68	16
160	21
224	24
4	1
56	3
4	2
84	16
147	5
36	4
55	5

Insgesamt wurden bei diesen Probesuchen ermittelt: 2 288 *C. alpina* und 104 Schlupfwespenkokons. Dies bedeutet eine Parasitierung von 4,6%.

Nach dem Schlüpfen der Ichneumoniden stellte sich heraus, daß die ganz gleich aussehenden Kokons verschiedene Arten enthalten hatten, deren Anteile an der Parasitierung nun nachträglich nicht mehr festgestellt werden konnten.

Im Institut bei 18° Temperatur und 65 % rel. Luftfeuchtigkeit schlüpften die ersten Imagines am 18. Mai aus den Kokons. Im Laufe des Monats schlüpften sämtliche Tiere, die jedoch kein geeignetes Wirtsmaterial hatten, da noch keine jungen Blattwespenlarven zur Verfügung standen; Erdlarven, die ihnen zum Anstechen dargeboten wurden, verschmähten sie. Sie starben nach einer Lebensdauer von 3—7 Tagen.

Im Freiland fand man die ersten Imagines ziemlich vereinzelt in der Zeit vom 25. Mai bis 1. Juni. Auch hier waren noch keine Cephaleia-Larven zum Anstechen vorhanden. Erst bei meinem dritten Aufenthalt im Befallsgebiet sah ich die Ichneumoniden massenhaft schwärmen; jedenfalls war stellenweise eine stärkere Individuendichte festzustellen, als es die Ergebnisse des Probesuchens hätten erwarten lassen.

Die Bestimmung der Ichneumonidenarten ist ein so ausgesprochenes Spezialgebiet, daß man sie nur dem Spezialisten anvertrauen kann. Ich habe mich in diesem Fall an drei Herren gewandt, die mich in besonders zuvorkommender Weise beraten haben: Herr Dr. HINZ (Iburg), Herr W. AERTZ (Köln) und Herr G. HEINRICH (Radolfzell). Eine ganz eindeutige Bestimmung gelang nur für die Art *Xenoschesis fulvipes* (Grav.).

Diese war mit etwa 30% vertreten. Hinsichtlich der übrigen Arten erhielt ich widersprechende Angaben von den herangezogenen Spezialisten. Während die Herren HINZ und AERZT die übrigen zunächst als *Notopygus emarginatus* bezeichneten, hat Herr HINZ seine Bestimmung später dahingehend korrigiert, daß es sich nicht um *Notopygus* handele, sondern um eine Art der Gattung *Prosmorus*. Herr Dr. HEINRICH, der die Art ursprünglich mit *Homaspis spec.* benannt hatte, schrieb später: „Die Serie, die ich ursprünglich für zur Gattung *Homaspis* gehörig hielt, hat sich insofern als besonders interessant erwiesen, als sich bei genauer Untersuchung ergab, daß nur bei etwa 50% der Stücke die Aorta fehlt *(Homaspis)*, während sie bei den anderen 50 % vorhanden *(Prosmorus)*, dies Merkmal ist also variabel und damit fällt die Grenze beider Genera. Obwohl bei allen vorliegenden Stücken die Grundfarbe der Geissel schwarz statt gelb ist, möchte ich die Serie nunmehr als *Homaspis flavicornis* Holmgr. auffassen."

Die Seltenheit des Wirtstiers scheint also auch seltene Parasiten zur Folge gehabt zu haben, bei denen nicht einmal die Systematik hinreichend geklärt ist.

Über die Lebensweise und die forstliche Bedeutung weiß man lediglich hinsichtlich der erstgenannten einiges wenige. *Xenoschesis fulvipes* ist, wie SCHWERDTFEGER (1941) angibt, als Parasit von *C. abietis*, *C. arvensis*, *A. erythrocephala* beobachtet worden. Er selbst hat diesen Parasiten bei einer Massenvermehrung der *A. erythrocephala* in Waitze beobachtet und schreibt darüber (1944):

„Wie bereits im Jahre 1940 trat auch in den folgenden Jahren die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes* (Grav.) in örtlich sehr wechselnden, zum Teil großen Mengen auf. Sie schwärmte während der Larvenzeit des Schädlings massenhaft an Kiefern, wo sie wohl Windruhe, Sonnenschein und vielleicht auch Blattlaushonig fand. An anderen Stellen suchte man

sie vergeblich. Die gradologischen Auswirkungen dieser Schlupfwespe waren geringfügig. Nach diesbezüglichen Untersuchungen waren im Winter 1940/41 von 600 in Lubiathfließ gesammelten Erdlarven 5% parasitiert, außerdem fanden sich Schlupfwespenkokons, die etwa 5% der Schädlingsmenge ausmachten. 1941/42 waren in Lubiathfließ von 1749 Erdlarven 11%, in Hammerheide von 600 Erdlarven 1%, in Waitze von 447 Larven 3% und in dem weiter entfernt gelegenen schwachen Befall aufweisenden Forstamt Plietnitz von 300 Larven 2% parasitiert; in der letzten Probe fanden sich unter 931 Schädlingen 5 Schlupfwespenkokons und 12 Raupenfliegentönnchen. Im Winter 1942/43 waren in Lubiathfließ von 100 Erdlarven 4%, in Hammerheide von 1000 Larven 1% parasitiert. Die geringe Auswirkung des während des Fluges recht auffälligen und zahlenmäßig sicherlich beträchtlichen Besatzes von *Xenoschesis*, die sich auch während des Fortschreitens der Gradation und trotz — oder infolge? — der Verminderung der Schädlingspopulation nicht steigerte, ist wahrscheinlich auf die bekannte Eigenschaft der *Acantholyda*-Larven zurückzuführen, in ihrem Körper abgelegte Parasiteneier durch Abkapselung unschädlich zu machen." (s. SCHWERDTFEGER 1943, Seite 289/90.)

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Wirkung der Parasiten im Jahr 1949 auf *C. alpina* liegen noch nicht vor, da erst die winterlichen Probesuchen im Befallsgebiet endgültige Klarheit über den Parasitierungsgrad geben können.

Aus einer einzigen Erdlarve schlüpfte im Institut am 14. Mai 1949 eine Tachinenmade, die zwar voll ausgewachsen war, sich aber nicht verpuppen wollte; nach 8 Tagen war sie tot, ohne das eine Bestimmung möglich gewesen wäre.

Die Wirkung der Räuber ist wegen des jeweils nur kurzen Aufenthalts im Befallsgebiet schwer zu beurteilen. Spinnen und räuberische Wanzen wurden nicht häufiger als in unbefallenen Beständen angetroffen, auch sah man nur ganz selten ausgesogene Blattwespenlarven. Räuberische Käferarten waren ebenfalls selten, *Calosoma* wurde nicht beobachtet.

Ameisen kommen offenbar als Vertilger der Lärchengespinstblattwespe kaum in Frage. Das Durchsuchen eines Ameisenhaufens erbrachte nur wenige Larven. Es zeigte sich, daß die Ameisen begierig Larven aufnahmen, die man auf ihre Haufen oder die Zugangsstraßen gelegt hatte; auch auf den Boden herabgefallene Larven mitten im Bestand wurden rasch gefunden und fortgeschleppt. Doch scheinen sie die Larven in ihren Gespinsten nicht zu finden. Frische Lärchenzweige, an denen sich zahlreiche Larven in Gespinsten fanden, wurden auf Ameisenhaufen gelegt. Selbst nach Stunden fand man die Larven in ihren Gespinsten vollzählig und unversehrt wieder. Die Ameisen liefen lebhaft an den Zweigen umher, ohne die Larven zu behelligen.

Eine bedeutende Verminderung der Larvenpopulation müssen dagegen Vögel herbeigeführt haben. In der Zeit vom 1. bis 8. Juli traf man ungeheure Schwärme von Staren an, die zu weit mehr als 10 000 Stück das Befallsgebiet bevölkerten. Das donnernde Einfallen der riesigen Vogelschwärme, ihr Lärmen in den Beständen, in denen sie oft zu 30 und mehr in einer einzigen Lärche saßen und unaufhörlich Larven von den Zweigen sammelten, bot ein außerordentlich eindrucksvolles Bild. Sie wurden unterstützt von großen Krähen- und Dohlenschwärmen, die den Staren jedoch

an Zahl weit unterlegen waren. Die Zahl der übrigen Singvögel, die das Befallsgebiet bevölkerten, blieb hinter den ungeheuren Massen von Staren weit zurück. Auffallend war, daß die Vögel ausnahmslos die bereits kahlen Bestände (184 und 187) aufsuchten, wo sie vermutlich vornehmlich denjenigen Larven ein rasches Ende bereiteten, die später ohnehin zu einem großen Teil eines Hungertodes gestorben wären. Die restlose oder wenigstens so starke Verminderung der Schädlingspopulation, die eine Wiederholung der Kalamität im nächsten Jahre unmöglich gemacht hätte, haben sie nicht herbeigeführt. Probesuchen in den Jagen 184 und 187 ergaben Larvenzahlen von über 200 Stück je qm.

Übrigens wurden diese Starenschwärme auch im Vorjahr in denselben Beständen beobachtet, ohne daß aber eine merkliche Wirkung für die Gesunderhaltung des Waldes eingetreten ist.

b) Krankheiten

Im Vorjahr hat gegen Ende der Fraßzeit eine Virose eingesetzt, welche — wenigstens stellenweise — die Population stark dezimierte. Über den Prozentsatz der durch Viruserkrankung eingegangenen Larven ist nichts Genaues bekannt, jedenfalls lag er zwischen 30 und 50%. Die Abgänge erfolgten, soviel sich aus dem Schriftwechsel des Instituts mit dem Forstamt ersehen läßt, vorwiegend erst, nachdem die Larven den Boden aufgesucht hatten.

Bis zum Abschluß der diesjährigen Untersuchungen konnte dagegen Virusbefall der Larven in nur verschwindend geringem Umfang festgestellt werden. Etwa 1—2% der Gesamtpopulation konnte man gegen Ende der Fraßzeit verjaucht an den Zweigen finden (s. S. 239). Verjauchte Larven im Boden fand man im September nur sehr spärlich (2—3%), im Gegensatz zum Vorjahr.

Es scheint also damit, als ob die Virose des Vorjahres die damalige Larvenpopulation um etwa $^{2}/_{3}$, stellenweise $^{1}/_{2}$, vermindert hat, damit jedoch die Gradation als solche nicht mit einem Schlage zu beenden vermochte, so daß in diesem Jahr wieder eine neue, wenn auch etwas geringere Massenvermehrung eingetreten ist. In diesem Jahr hat die Virose jedoch nur geringe Opfer gefordert, so daß, wenn nicht andere populationsmindernde Faktoren eintreten, im kommenden Jahr wieder mit einer stärkeren Vermehrung zu rechnen sein wird.

6. Auswirkungen des Fraßes

Anfang September 1949 hatte ich Gelegenheit, die Auswirkungen des diesjährigen Fraßes auf die befallenen Bestände zu beobachten. Bereits 1948 war von den Revierbeamten bemerkt worden, daß die Bestände sich in der zweiten Hälfte des August wieder begrünt hatten. Das geschah auch in diesem Jahr: Mit Ausnahme vereinzelter Stämme, die kahl und trocken geblieben waren, trugen die Bäume sämtlich wieder frische Nadeln. Aus den Kurztrieben waren zu Anfang September neue Nadeln geschoben worden, die sämtlich etwas kürzer und meist auch schmaler waren als die im Frühjahr entwickelten; die Zahl der neuen Nadeln je Kurztrieb entsprach der im Frühjahr ermittelten (durchschnittlich 42). Die Wiederbegrünung der Bestände war Anfang September ziemlich abgeschlossen, nur wenige Bäume zeigten noch eben erst austreibende Knospen.

In diesem Jahr verlief die Regeneration der Nadeln jedoch nicht so reibungslos wie 1948: Die weitaus meisten neuen Nadeln waren ganz oder teilweise rotbraun und trocken. Es ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob die ungewöhnlich warme und trockene Witterung, die Ende August bis Anfang September dieses Jahres geherrscht hat, zum Vertrocknen der zarten Nadeln geführt hat, oder ob sie Opfer einer sehr kalten Nacht geworden ist; der zuständige Revierbeamte berichtete von einem sehr plötzlichen Kälteeinbruch mit Bodenfrost, den er in den letzten Tagen des August beobachtet hat. Wenn auch nicht zu vermuten ist, daß Kältegrade auch in den Kronenbereichen aufgetreten sind, so ist es doch möglich, daß die plötzlich auftretende niedere Temperatur die zarten Nadeln zerstört haben mag.

So sahen die kahlgefressenen Bestände zu Anfang September 1949 eher braun als grün aus. Fast lediglich die Langtriebe — die ja von *C. alpina* verschont worden waren — trugen ein frisches Grün. Die gute Regenerationsfähigkeit der Nadelmasse scheint übrigens eine Eigenschaft der japanischen Lärche zu sein.

Auch zu diesem Zeitpunkt — nach erfolgter Wiederbegrünung — ist der Schadenerreger bei Betrachtung der Zweige leicht erkennbar: Während bei dem Fraß echter Blattwespen immer angefressene Nadeln an den Trieben stehen bleiben, die später vertrocknen und rot werden, beißt *C. alpina* die Nadeln ab, ehe sie sie verzehrt, so daß also die Kurztriebe meist völlig entnadelt sind, höchstens aber einzelne unversehrte Nadeln an den Trieben stehen, niemals aber schartig befressene.

Literaturverzeichnis

André: Species des Hymenoptères d'Europe et d'Algerie. 1879.

Baer: Über Nadelholzblattwespen. Nat.-wiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., 14, 1916.

Bischof: Biologie der Hymenopteren. 1927.

Blunck: Starker Fraß der kleinen Lärchenblattwespe *Lygaeonematus laricis* Htg. an japanischer Lärche. Z. f. Pflanzkrankheiten, 1933.

Brischke und Zaddach: Beobachtungen über die Arten der Blatt- und Holzwespen. Schriften d. Kgl. phys. ökon. Ges. Königsberg, 1865.

Cramer und Röhrig: Zur Kenntnis der Lärchenblattwespe *Pachynematus imperfectus* Zadd. Allg. Forst- u. Jagdzeit. 1950, S. 93.

Eidmann: Lehrbuch der Entomologie, 1941.

Enslin: Die Blatt- und Holzwespen, 1913.

Escherich: Die Forstinsekten Mitteleuropas, V. Bd., 1942.

Eckstein: Zur Kenntnis der Gespinstblattwespen. Z. f. Forst- u. Jagdwesen, 1889.

Hartig, Th.: Die Familien der Blatt- und Holzwespen, 1837.

Hsin: Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. Z. f. ang. Entomol. 22, 1935.

Konow: Systematische Zusammenstellung der bisher bekanntgewordenen Chalastogastra, Bd. I, 1905.

Langenkamp: Lärchenblattwespenfraß in Holstein. Forstarchiv 10, 1934.

Schwerdtfeger: Die Waldkrankheiten. Berlin, 1944.

— — Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe *(Acantholyda erythrocephala* L.). Z. f. ang. Entomol. 28, 1941.

— — Weitere Beobachtungen zur Lebensweise der Kiefernschonungsgespinstwespe, *Acantholyda erythrocephala* L. Z. f. ang. Entomol. 30, 1944.

Thielmann: Die Nematiden der Lärche. Z. f. angew. Entomol. 25, 1938.

Wachtl: *Cephaleia lariciphila* n. sp. — Ein neuer Feind der Lärche *(Larix europaea).* Wiener Ent. Z. 17, 1898.

Wiehl: Über das Auftreten einer neuen Lyda-Art. Verh. d. Forstwirte von Mähren und Schlesien 47, 1896.

Yano: Surai Hompo ni oite Daihassei o naseru Shinrin — Gaichu u Esuike. Saurin-Koho (Public Forestry Reports). Imperial Forestry Bureau, Tokio, 6, 1919 (Referat in Rev. of app. Entomology).

Prof. Dr. Heinrich Prell

zum 65. Geburtstag

In seinem schönen, glücklichen Heim in Dresden-Loschwitz begeht am 11. Oktober dieses Jahres der ordentliche Professor der Zoologie Dr. Heinrich Bernward Prell in voller Gesundheit und auf der Höhe seiner Schaffenskraft seinen 65. Geburtstag. Ein Rückblick auf seinen bisherigen Lebensweg erschließt ein ungewöhnlich reiches und vielseitiges Forscherleben.

Als Sohn des verstorbenen Geheimen Rates Hermann Prell, später Professor an der Akademie der bildenden Künste in Dresden, und seiner Ehefrau Sophie geb. Sthamer am 11. Oktober 1888 in Kiel geboren, widmete er sich nach Absolvierung des Gymnasiums zum Heiligen Kreuz in Dresden (1907) dem Studium der Naturwissenschaften und der Medizin an der Universität Freiburg i. Br., wo er 1910 seine ärztliche Vorprüfung ablegte. Das medizinische Studium leitete ihn auf den Weg zu seiner eigentlichen wissenschaftlichen Berufung, zum Studium der Zoologie, das ihn weiter an die Universitäten München und später Marburg führte, wo er 1913 mit einer Arbeit über Pantopoden zum Dr. phil. promovierte. Seine akademischen Lehrer, Prof. Dr. A. Weismann, Prof. Dr. R. Hertwig und Prof. Dr. E. Korschelt waren bestimmend für die Grundrichtung seiner so vielseitigen zoologischen Arbeiten. Zahlreiche wissenschaftliche Studienreisen ins Ausland erweiterten die breite Basis seines Arbeitsfeldes auf dem Gebiete der Zoologie. Von diesen Reisen seien einige als besonders richtunggebend hervorgehoben: Meeresbiologische Kurse am Museum und an der Biologischen Anstalt zu Bergen, Norwegen, (1908 und 1909) gaben Anlaß zu Veröffentlichungen über Meerestiere und bildeten die Grundlage zu den später (1920—1924) gemeinsam mit Prof. Dr. Alverdes abgehaltenen meeresbiologischen Kursen an der Staatlichen Biologischen Anstalt auf Helgoland. Eine akademische Studienfahrt unter Leitung von Prof. Dr. Zimmer, Breslau, nach Ostafrika (1910) und eine von Prof. Dr. Rikli, Zürich, geführte schweizerische naturwissenschaftliche Studienreise nach den Kaukasusländern und nach Hocharmenien (1912) führten ihn zu den zoologischen

Problemen der tropischen und subtropischen Welt, unter welchen ihn die Termiten und Dynastinen am meisten fesselten.

Die erste nähere Berührung mit der forstlich-angewandten Zoologie in Deutschland erhielt PRELL als Assistent bei Prof. Dr. KARL ESCHERICH am Zoologischen Institut der damaligen Forstakademie Tharandt im Sommersemester 1913. Im Wintersemester 1913 kam er als Assistent zu Prof. BLOCHMANN nach Tübingen, wo er sich 1914 mit einer Arbeit über die Abhängigkeit der sekundären von den primären Geschlechtsmerkmalen bei Schmetterlingen habilitierte. Seine wissenschaftliche Tätigkeit wurde im Weltkrieg 1914/18 insofern nicht unterbrochen, als er nach seiner militärischen Ausbildung als Feldunterarzt in bakteriologischen Laboratorien der Wehrmacht in Ulm und Stuttgart tätig war. Seine dort auf bakteriologischem und parasitologischem Gebiet gewonnenen Erfahrungen fanden einen Niederschlag in zahlreichen Veröffentlichungen.

Nach Beendigung des Krieges kehrte PRELL zu seiner Lehrtätigkeit in Tübingen zurück, wo er 1919 einen besoldeten Lehrauftrag für Fischkunde und Fischereinutzung und 1921 für Entwicklungsgeschichte der Tiere erhielt. 1919 erfolgte seine Ernennung zum nichtplanmäßigen a. o. Professor für Zoologie und vergleichende Anatomie an der Universität in Tübingen.

Am 1. April 1923 folgte PRELL der Berufung an die Forstakademie Tharandt unter Ernennung zum o. ö. Professor der Zoologie, Direktor des Zoologischen Institutes Tharandt und Vorstand der Zoologischen Abteilung der Forstlichen Versuchsanstalt und siedelte mit seiner jungen Frau Dr. phil. ADRIENNE RENÉE geb. KÖHLER nach Tharandt und später in sein elterliches Haus in Loschwitz über. Hier wurden ihm seine Kinder Hildegard Sophie, Hermann Heinrich und Gertrud Clara geboren.

Der Ausbau seines Wirkungskreises in Tharandt lag PRELL sehr am Herzen. 1926 wurde dem Zoologischen Institut eine Forschungsstelle für Pelztierkunde angegliedert. Im gleichen Jahr erfolgte die Errichtung der Staatlichen Hauptstelle für Forstlichen Pflanzenschutz und die Einrichtung des Meldedienstes über das Auftreten von Forstschädlingen in Sachsen. Eine zu dieser Zeit durchgeführte Reise nach den USA und nach Kanada (Rockfeller-Stipendium) zum Studium der dortigen Organisation der Angewandten Zoologie, brachte wertvolle Anregungen. 1939 erfolgte die Einrichtung der Forstentomologischen Dienststelle für den Sudetengau in Tharandt.

Auch persönlich war und ist PRELL durch wissenschaftliche und praktische Mitarbeit als Mitglied verschiedener fachlicher Ausschüsse vielseitig tätig, so auf dem Gebiete der Bienenzucht, der Pelztierzucht, des Forstschutzes und des Forstlichen Pflanzenschutzes. Das Ende des zweiten Weltkrieges stellte ihn vor weitere neue Aufgaben und vergrößerte seinen Pflichtenkreis. Am 15. 11. 1945 übernahm er zusätzlich die provisorische Leitung des Zoologischen Institutes der T. H. Dresden. 1951 wurde er zum Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften ernannt.

Während seiner Tätigkeit an der Forstlichen Hochschule Tharandt, die seit 1929 der Technischen Hochschule Dresden angeschlossen ist, wurden PRELL mehrfach akademische Ehrenämter übertragen, denen er sich mit vollem persönlichen Einsatz widmete. 1927 bis — nach Wiederwahl — 1929 war er Rektor der Forstlichen Hochschule Tharandt, 1945 und 1948/49

Dekan der forstwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Hochschule Dresden.

Die vielseitigen Forschungsergebnisse Prells sind in bisher über 300 Schriften niedergelegt. Eine große Anzahl dieser befaßt sich mit Themen aus dem Gebiete der allgemeinen Zoologie, insbesondere der Vererbungslehre und Merkmalsentfaltung, Paläozoologie und historischer Zoologie, bei welcher die Befunde über die frühere Verbreitung des Elches besondere Beachtung verdienen. Die Beschäftigung mit Jagd- und Pelztierkunde führte Prell u. a. zu den Problemen der Tragzeit, wobei als besonders wichtig die Feststellungen über die Tragzeitverlängerung bei Mardern und Bären hervorgehoben sei. Die zahlreichsten Veröffentlichungen betreffen Probleme des Forstschutzes und der Forstinsektenkunde, Untersuchungen über Morphologie, Physiologie und Ökologie von Insekten, sowie Insektensystematik. Eine besondere Liebe Prells gehört den Bienen, deren Leben und Krankheiten er in einer großen Anzahl von Schriften behandelt. Er war einer der ersten, welcher wiederholt auf die Gefahren hinwies, welche Bienen, Wild und vielleicht auch dem Menschen durch arsenhaltige Hüttenabgase drohen.

Sein weitgespanntes Arbeitsgebiet verschaffte Prell tiefe Einblicke in die großen biologischen Zusammenhänge und führte ihn zu einer umfassenden Gesamtschau, die er in seinen Vorlesungen dem jungen akademischen Nachwuchs übermittelt. Seine Mitarbeiter und Schüler, deren Reihen sich zu seinem Schmerz durch den Krieg in erschütternder Weise gelichtet haben, gedenken Professor Dr. Heinrich Prells zu seinem 65. Geburtstag in Verehrung und Dankbarkeit und wünschen ihm noch viele Jahre voll Gesundheit und Schaffenskraft zur Vollendung seines Lebenswerkes.

H. Francke-Grosmann

Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung

Für Praxis und Studium

Von

Prof. Dr. H. BRAUN
Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

und

Dr. E. RIEHM
Präsident i. R. der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft

7., neubearb. Aufl. 1953. 348 S. m. 290 Textabb., brosch. 24,80 DM, Ganzln. 26,80 DM

Der BRAUN-RIEHM ist, wachsend mit der Bedeutung des Pflanzenschutzes, der Zunahme an Erkenntnissen und Fortschritten in den Bekämpfungsmethoden, zu einem international geachteten Standardwerk geworden. Praxis und Studium erhalten einen wirklich auf der Höhe der Zeit stehenden Überblick über die Erkenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiete der Phytomedizin. Während in dem ersten, allgemeinen Teil alles Wesentliche über Begriff, Erscheinungen, Ursachen, Entstehung und Verlauf der Krankheiten, über die pflanzlichen und tierischen Schädlinge sowie über Maßnahmen und Organisation des Pflanzenschutzes gesagt ist, bringt der spezielle Teil eine ins einzelne gehende Darstellung der Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen vom Getreide bis zum Weinstock. Ein besonderer Vorzug des Buches liegt in der reichen Illustrierung mit großenteils völlig neuen, instruktiven Naturaufnahmen.

Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung

Von Prof. Dr. W. KOTTE
Direktor des staatlichen Instituts für Pflanzenschutz in Freiburg i. Br.

2. Aufl. 1948. 337 S. m. 213 Textabb. und 8 farb. Tafeln, Halbln. 25,60 DM

Das bewährte Buch gibt jedem, der Obstbau treibt oder in ihm lehrend oder lernend tätig ist, die biologischen und technischen Kenntnisse in die Hand, um den Kampf gegen Krankheiten und Schädlinge durchführen und damit höhere und gütemäßig bessere Ernten erzielen zu können.

Alle wichtigen Obstschädlinge sind in ihrer Lebensweise und Bekämpfungsmöglichkeit eingehend beschrieben, gute Textabbildungen und eine Anzahl von Farbtafeln erleichtern das Erkennen der Schäden. Die chemischen Bekämpfungsmittel werden in ihren Eigenschaften und in ihrer Anwendungsweise dargestellt und die für jeden Betrieb zweckmäßigsten Modelle der Bekämpfungsgeräte erläutert. Ein Spritzkalender gibt Auskunft über die termingemäße Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen. Zahlreiche vorzügliche Abbildungen verdeutlichen die textliche Darstellung.

Vom gleichen Verfasser liegt vor:

Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung

2., völlig neubearb. Aufl. 1953. 288 S. m. 186 Abb. und 8 Farbtafeln, Ganzln. 27,— DM

Das Buch des als Wissenschaftler und Praktiker bekannten Autors vermittelt in seiner neuen Auflage in erweiterter Form die notwendigen Kenntnisse zur Erkennung und Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen in den Gemüsekulturen. Die durch die neuzeitlichen Insektengifte und technischen Geräte eröffneten Möglichkeiten werden in ihrer überragenden Bedeutung eingehend gewürdigt ebenso wie die Fragen der Spurenelementedüngung. Neben den schon immer beachteten Schädlingen erfahren die in der letzten Zeit zu einer besonderen Gefahr gewordenen, wie Kohltriebrüßler, Bohnenfliege und Bohnenkäfer, entsprechende Behandlung. Das hervorragend ausgestattete und reich illustrierte Werk ist ein unentbehrlicher Helfer für Praxis und Unterricht.

VERLAG PAUL PAREY

Soeben erschien:

Handbuch der Pflanzenkrankheiten

Begründet von PAUL SORAUER

V. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil

Fünfte neubearbeitete Auflage

Erste Lieferung: Diptera, Hymenoptera

Unter Mitwirkung von

Dr. H. FRANCKE-GROSMANN, Prof. Dr. K. GÖSSWALD, Prof. Dr. W. HENNIG
Dr. H. MAERCKS, Dr. E. OTTEN

Herausgegeben von Prof. Dr. H. BLUNCK
ehem. Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

320 Seiten mit 89 Abb., Einzelpreis Ganzleinen gebunden 80,— DM

Die Neuauflage des Bandes V „Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen", 2. Teil, verzeichnet gegenüber der 4. Auflage bei manchen Abschnitten eine Zunahme des zu bewältigenden Stoffes auf doppelten Umfang. Hierdurch war eine Teilung in fünf, in sich abgeschlossene, mit Inhaltsverzeichnis und Sachregister versehene Lieferungen erforderlich. Die Bearbeitung erfolgte nach den gleichen Richtlinien wie in dem vorangegangenen Band IV. In kurzer Fassung und prägnanter Ausdrucksweise wird das Wissen über Biologie, Form der Schäden, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfungsmöglichkeiten der Schädlinge dargestellt.

Bezieher, die sich bei Bestellung der 1. Lieferung auch zur Abnahme der Lieferungen 2 - 5 verpflichten, erhalten auf die Einzelpreise einen Nachlaß von 10 %.

Die außerordentlich starke Vermehrung des in Sorauers „Handbuch der Pflanzenkrankheiten" behandelten Stoffes machte eine teilweise Neugliederung des Gesamtwerkes erforderlich:

I. Band: Die nichtparasitären Krankheiten

1. Halbband, 6. Aufl. 1933. 592 S. m. 123 Textabb. Ganzln. 46,— DM
2. Halbband, 6. Aufl. 1934. 553 S. m. 147 Textabb. Ganzln. 44,— DM

II. Band: Die Virus- und Bakterienkrankheiten

6. neubearbeitete Auflage in 2 Lieferungen
1. Lieferung: Die Viruskrankheiten, erscheint Herbst 1953
2. Lieferung: Die Bakterienkrankheiten, erscheint 1954

III. Band: Die pflanzlichen Parasiten, 2. Teil (Pilzkrankheiten)

5. neubearb. Aufl. 1932. 948 S. m. 195 Textabb. Ganzln. 66,— DM

IV. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 1. Teil

5. neubearb. Aufl. in 2 Lieferungen
1. Lieferung 1949. 458 S. m. 210 Textabb. Ganzln. 44,— DM
2. Lieferung 1953. 526 S. m. 154 Textabb. Ganzln. 116,— DM
brosch. 112,— DM

V. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil

5. neubearb. Aufl. in 5 Lieferungen
1. Lieferung: Diptera und Hymenoptera
1953. 320 S. m. 89 Textabb. Ganzln. 80,— DM
2. Lieferung: Coleoptera, erscheint Ende 1953
3. Lieferung: Heteroptera und Homoptera, erscheint 1954
4. Lieferung: Aphidoidea, Coccoidea u. San-José-Schildlaus, erscheint 1954
5. Lieferung: Vertebrata, erscheint voraussichtlich 1954

VI. Band: Pflanzenschutz
Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten

1. Halbband, 2. neubearb. Aufl., in 2 Lieferungen
1. Lieferung 1952. 464 S. m. 3 Textabb. Ganzln. 78,— DM
2. Lieferung in Vorbereitung
2. Halbband 1941. 740 S. m. 82 Textabb. Ganzln. 52,— DM

VERLAG PAUL PAREY

Verlag: Paul Parey, Ⓘ Berlin SW 68, Lindenstr. 44-47 (Westberlin), Herausgeber: Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52. Printed in Germany. Druck: Lindemann & Lüdecke, Berlin SO 36, Oranienstr. 183 (Westberlin). Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte (4 Hefte = 1 Band). Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.